

B3

PCT
WELTOORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICH NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation 5 : G01N 33/68, 33/564, C07K 7/04	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 94/11738 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 26. Mai 1994 (26.05.94)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP93/03175 (22) Internationales Anmeldedatum: 12. November 1993 (12.11.93)		(74) Anwälte: WEICKMANN, H. usw. ; Kopernikusstrasse 9, D-81679 München (DE).
(30) Prioritätsdaten: P 42 38 416.8 13. November 1992 (13.11.92) DE		(81) Bestimmungsstaaten: AT, AU, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CZ, DE, DK, ES, FI, GB, HU, JP, KP, KR, KZ, LK, LU, MG, MN, MW, NL, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SK, UA, US, VN, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI Patent (BF, BJ, CF, CG, CL, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN E.V. [DE/DE]; D-Berlin (DE).		Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>
(72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US) : RÖTZSCHKE, Olaf [DE/US]; FALK, Kirsten [DE/US]; Lincoln Parkway 42, Apartment 2, Sommerville, MA 02143 (US). STEVANOVIĆ, Stefan [DE/DE]; Luisenstrasse 47, D-68723 Plankstadt (DE). JUNG, Günther [DE/DE]; Ob der Grafenhalde 5, D-72076 Tübingen (DE). RAMMENSEE, Hans-Georg [DE/DE]; Sommerhalde 3, D-72070 Tübingen (DE).		

(54) Title: DETERMINATION OF PEPTIDE MOTIFS ON MHC MOLECULES

(54) Bezeichnung: BESTIMMUNG VON PEPTIDMOTIVEN AUF MHC-MOLEKÜLEN

(57) Abstract

A process is disclosed for determining allele-specific peptide motifs on molecules of the major histocompatibility complex (MHC) of classes (I) and (II), as well as the peptide motifs obtained by this process. Also disclosed is the use of said peptide motifs for preparing a diagnostic or therapeutical agent.

(57) Zusammenfassung

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung von allelenspezifischen Peptidmotiven auf Molekülen des Major Histocompatibility Complex (MHC) der Klassen (I) und (II) sowie die durch das erfindungsgemäße Verfahren erhältlichen Peptidmotive. Weiterhin wird die Verwendung der erfindungsgemäßen Peptidmotive zur Herstellung eines diagnostischen oder therapeutischen Mittels offenbart.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes die zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Österreich	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Bein	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentralafrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CR	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LJ	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TC	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Uzbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

- 1 -

Bestimmung von Peptidmotiven auf MHC-Molekülen

B e s c h r e i b u n g

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Bestimmung von Peptidmotiven bzw. -epitopen auf Molekülen des Major Histocompatibility Complex (MHC) sowie die dadurch bestimmten Peptidmotive und ihre Verwendung zur Herstellung eines diagnostischen oder therapeutischen Mittels.

Die cytotoxischen T-Lymphozyten (CTL) erkennen antigene Peptidepitope in Verbindung mit MHC-kodierten Molekülen. Dieses Phänomen wird als MHC-Restriktion bezeichnet (1-5). Die Kristallographie von menschlichen MHC Klasse I-Molekülen, HLA-2 und Aw68, ergab einen Spalt, der durch die $\alpha 1$ - und $\alpha 2$ -Domänen der schweren Ketten gebildet wird (3,6). Man nimmt an, daß dieser Spalt die Bindestelle für antigene Peptidepitope ist, da beide Kristalle Strukturen von Peptidgröße enthielten, die nicht mit MHC-Sequenzen kompatibel waren und sich an diesem Spalt befanden (6).

Es wird angenommen, daß diese Peptide von intrazellulären Proteinen stammen und an der Zelloberfläche präsentiert werden, um den cytotoxischen T-Lymphozyten zu erlauben, die Zellen auf abnormale Eigenschaften zu testen. Es wurden bereits MHC-assoziierte Peptide, die T-Zellepitope repräsentieren, aus normalen oder virusinfizierten Zellen extrahiert (2,4,5,7,8). Auf entsprechende Weise können auch Antigene, die durch die MHC Klasse II restriktiven T-Zellen erkannt werden, durch künstliche Peptide nachgeahmt werden (9), und MHC-assoziierte antigene Peptide wurden von MHC Klasse II-Molekülen luiniert (10). Aufgrund ihrer Position in der Mitte von trimolekularen Komplexen, die aus T-Zellrezeptor, Peptid

- 2 -

und MHC-Molekül bestehen (11), sind die T-Zellepitop ein zentraler Punkt des spezifischen Immunsystems und somit besteht ein großes Bedürfnis nach dem Verständnis der Gesetzmäßigkeiten ihres Auftretens sowie nach einem Bestimmungsverfahren (12-15).

Die erfindungsgemäße Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren zur Bestimmung von allelenspezifischen Peptidmotiven auf Molekülen des Major Histocompatibility Complex (MHC) der Klassen I oder II, wobei man

- (a) durch Aufschluß von Zellen, die MHC-Moleküle enthalten, einen Zellextrakt erzeugt,
- (b) MHC-Moleküle mit den darauf befindlichen Peptidmischungen durch Immunpräzipitation aus dem Zellextrakt abtrennt,
- (c) die Peptidmischungen von MHC-Molekülen und sonstigen Proteinbestandteilen abtrennt,
- (d) einzelne Peptide oder/und ein Gemisch davon sequenziert, und
- (e) aus den erhaltenen Informationen, insbesondere aus der Sequenzierung eines Gemisches, oder aus der Sequenzierung einer Reihe von Einzelpeptiden, das allelenspezifische Peptidmotiv ableitet,

welches dadurch gekennzeichnet ist, daß man Peptidmotive auf Molekülen bestimmt, die aus der Gruppe, bestehend aus HLA-A1, HLA-A3, HLA-A11, HLA-A24, HLA-A31, HLA-A33, HLA-B7, HLA-B8, HLA-B*2702, HLA-B*3501, HLA-B*3503, HLA-B37, HLA-B38, HLA-B*3901, HLA-B*3902, HLA-B*5101, HLA-B*5102, HLA-B*5103, HLA-B*5201, HLA-B58, HLA-B60, HLA-B61, HLA-B62, HLA-B78, HLA-Cw*0301, HLA-Cw*0401, HLA-Cw*0602, HLA-Cw*0702, HLA-Cw4, HLA-Cw6, HLA-Cw7, HLA-DRB1*0101, DRB1*1201, HLA-DR4w14, HLA-DR17, HLA-DRw52, HLA-DPw2, HLA-DPB1*0401, HLA-DQB1*0301, HLA-DQw1, HLA-DR1, HLA-DR3 und HLA-DR5 ausgewählt sind.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren werden Peptidmotiv bestimmt, welche die Gesetzmäßigkeiten beinhalten, nach denen MHC-Moleküle Peptide auswählen und präsentieren.

Das erfindungsgemäße Verfahren kann sowohl mit MHC-Molekülen der Klasse I als auch mit MHC-Molekülen der Klasse II durchgeführt werden, wobei MHC-Moleküle der Klasse I bevorzugt sind. Die Peptidmotive HLA-A, HLA-B und HLA-C sind Liganden für MHC-Moleküle der Klasse I. Die Peptidmotive HLA-DR, HLA-DQ und HLA-DP sind Liganden für MHC-Moleküle der Klasse II.

Bei der Immunpräzipitation der MHC-Moleküle durch das erfindungsgemäße Verfahren werden günstigerweise Antikörper verwendet, die für die jeweils gewünschten MHC-Moleküle spezifisch sind. Zur Bestimmung von H-2K^d- oder H-2D^b-Molekülen werden beispielsweise K^d-spezifische Antikörper (25) oder D^b-spezifische Antikörper (26) verwendet. Vorzugsweise verwendet man monoklonale Antikörper, es ist jedoch auch die Verwendung eines entsprechend gereinigten polyklonalen Antiserums möglich. Antikörper, die erfindungsgemäß verwendet werden können, können mittels dem Fachmann gut bekannten Standardtechniken de novo hergestellt werden. Beispiele von Antikörpern, die in der Erfindung verwendet werden können, schließen alle Antikörper gegen HLA-Antigene, die in dem "Catalogue of Cell Lines and Hybrids" des ATCC (American Type Culture Collection, 12301 Parklawn Drive, Rockville, MD 20852) erwähnt sind, mit ein, ohne sich jedoch darauf zu beschränken. Bevorzugte Beispiele (in der ATCC-Nomenklatur) schließen HB82, 117, 166, 54, 122, 164, 95, 120, 116, 118, 94, 152, 178, 56, 115, 157, 119, 59, 105, 165, 144, 180, 103, 110, 109, 151 und 104 mit ein. Alle in dem Katalog erwähnten Antikörper gegen Maus-H-2-Antigene können ebenso in der Erfindung verwendet werden. Besonders bevorzugt erfolgt die Immunpräzipitation durch Festphasen-gebundene Antikörper. Festphasen-

- 4 -

gebundene Antikörper lassen sich auf eine dem Fachmann bekannte Weise herstellen, z.B. durch Kopplung des Antikörpers an Bromcyan-aktivierte Sepharose 4B (Pharmacia LKB). Andere Beispiele von Festphasen, an die Antikörper zur erfindungsgemäßen Verwendung gebunden werden können, schließen Agarose, Cellulose, Sephadex, Protein-A-Sepharose und Protein-G-Sepharose mit ein, ohne sich darauf zu beschränken. Das bevorzugte Verfahren der Immunpräzipitation stellt Adsorptions-chromatographie mittels Antikörper, die an aus Cyanogenbromid-aktivierter Sepharose 4B (siehe Beispiel 1) hergestellten Kugelchen gekuppelt sind, dar.

Die Abtrennung der zu bestimmenden Peptidmischungen von MHC-Molekülen und sonstigen Proteinbestandteilen erfolgt günstigerweise durch ein chromatographisches Verfahren, vorzugsweise über Reversed Phase-HPLC. Dabei hat es sich als günstig erwiesen, daß die Abtrennung in einem Trifluoressigsäure/H₂O-Trifluoressigsäure/Acetonitril-Gradienten erfolgt. Andere Verfahren, die erfindungsgemäß zur Abtrennung von Peptidmischungen von MHC-Molekülen verwendet werden können, schließen Ionenaustausch, Gelfiltration, Elektrofokussierung, High Performance Capillar Elektrophorese (HPCE) und Gelelektrophorese mit ein, sind jedoch nicht darauf beschränkt. Ein anderes Mittel zur Durchführung der Trennung stellt Ultrafiltration dar, wobei eine Membran mit einer Permeabilität von 3000 oder 5000 oder 10000 Da verwendet wird. Bevorzugt wird die Trennung mittels HPLC durchgeführt.

Bei der chromatographischen Auftrennung der Peptidgemische kann man in manchen Fällen eine einzige Peptidspezies isolieren. Somit besteht Schritt (d) des erfindungsgemäßen Verfahrens entweder in der Sequenzierung eines Peptidgemisches, wodurch eine Konsensussequenz für die auf dem jeweiligen MHC-Molekül befindliche Peptidmotiv bestimmt werden kann, oder/und in der Sequenzierung eines definierten Peptids.

Als Ausgangsmaterial für die Bestimmung von Peptidmotiven können normale Zellen, Tumorzellen, als auch durch Viren oder sonstige Erreger infizierte Zellen sowie in vitro kultiviert Zellen des Menschen oder von Tieren verwendet werden. Normale Zellen, die in der Erfindung verwendet werden können, schließen frische Zellen, wie z.B. periphere Blutzellen, Zellen der Milz, der Lunge, des Thymus oder Zellen von einem anderen Gewebe, das MHC-Moleküle exprimiert mit ein, sind jedoch nicht darauf beschränkt. In der Erfindung verwendete Tumorzelllinien schließen die Tumorzellen EL4 und P815 mit ein, sind jedoch ebenfalls nicht darauf beschränkt. Virusinfizierte Zellen, die in der Erfindung verwendet werden können, schließen, ohne darauf beschränkt zu sein, JY-Zellen, die durch den Epstein-Barr-Virus transformierte menschliche B-Zellen sind, mit ein. Die durch das erfindungsgemäße Verfahren bestimmten Peptidmotive entsprechen dem folgenden Grundprinzip:

- a) Sie weisen eine allel spezifische Peptidlänge von 8, 9, 10 oder 11 Aminosäuren bei MHC-Klasse I-Molekülen sowie von 8 bis 15 Aminosäuren bei MHC-Klasse II Molekülen auf,
- b) sie besitzen zwei Ankerpositionen (die Bezeichnung "Ankerposition" wird verwendet, wenn eine Position ein starkes Signal für einen einzigen Aminosäurerest zeigt oder wenn eine Position durch einige wenige Aminosäurereste mit sehr nahe verwandten Seitenketten besetzt wird), wovon sich eine Ankerposition immer am C-terminalen Ende befindet und häufig aliphatisch ist, und
- c) die Peptid werden natürlich zweiseitig auf MHC-Molekülen von normalen, virusinfizierten, anderweitig infizierten

- 6 -

oder mit Genen transfizierten oder mit Antigen beladenen Zellen präsentiert.

Die Sequenzierung der Selbstpeptidgemische aus den MHC-Klasse I-Molekülen H2K^d, H2K^b, H2D^b und HLA-A2 zeigt ein jeweils unterschiedliches allel spezifisches Peptidmotiv, das von jedem der Klasse I-Moleküle präsentiert wird. Die von K^d, D^b und A2 präsentierten Peptide sind Nonamere, während die K^b-präsentierten Peptide Octamere sind, wobei die korrespondierenden Peptidmotive zwei Ankerpositionen enthalten, die durch einen einzigen Aminosäurerest oder durch einen aus einer geringen Anzahl von Aminosäureresten mit nahe verwandten Seitenketten besetzt sind. Diese Ankerpositionen befinden sich bei den unterschiedlichen Motiven nicht an derselben Stelle, sie können etwa an Position 5 und 9 (D^b) oder 2 und 8 (K^d, A2) oder 5 und 8 (K^b) sein. Die C-terminalen Ankerreste aller Motive sind hydrophobe Aminosäuren. Die nicht an Ankerpositionen befindlichen Aminosäurerreste können ziemlich variabel sein, einige jedoch werden vorzugsweise durch bestimmte Aminosäuren besetzt, beispielsweise findet man häufig Pro an Position 4 des K^d-Motivs, Tyr an Position 3 des K^b-Motivs und hydrophobe Reste herrschen an den Positionen 3 des D^b-Motivs und 6 des A2 Motivs vor. Für H-2L^d war ein Ankerrest Prolin an Position 2.

Die durch das erfindungsgemäße Verfahren gewonnenen Ergebnisse entsprechen sehr gut der Struktur des kristallographisch gefundenen Spalts bei MHC-Klasse I-Molekülen (3,6). Unterschiedliche MHC-Klasse I-Allele unterscheiden sich an diesem Spalt durch das Vorhandensein unterschiedlicher Taschen, was vermutlich darauf zurückzuführen ist, daß die Taschen jeweils unterschiedliche Aminosäuren aufnehmen können. Daher stellen die all 1sp zifischen Taschen in den MHC-Kristallen und die Seitenketten der allel spezifischen Ankerreste vermutlich komplementäre Strukturen dar.

Ein weiterer Gegenstand der vorliegenden Erfindung ist die Verwendung der erfindungsgemäßen Peptidmotive bei einem Verfahren zur Herstellung eines diagnostischen oder therapeutischen Mittels. Ein mögliches Anwendungsgebiet der Peptidmotive ist der diagnostische Nachweis von MHC-Molekülen. Da die MHC-Moleküle durch ihre individuelle spezifische Bindung von Peptiden charakterisiert sind, kann ein Bindungsnachweis über Peptide einer Markierungsgruppe erfolgen, wobei als Markierungsgruppe beispielsweise eine Biotin- oder eine Fluoreszenzgruppe an das Peptid gekoppelt wird. Andere dem Fachmann bekannte Markierungen können ebenso in der Erfindung verwendet werden. Diese Markierungen schließen, ohne sich darauf zu beschränken, radioaktive Markierungen wie z.B. an Thyrosinreste von Peptiden gebundenes ^{131}I oder ^{125}I , oder ^3H oder ^{14}C (beide während deren Synthese in die Peptide eingebaut) mit ein. Bindung der Markierungen an die Peptide kann nach dem Fachmann gut bekannten Verfahren erreicht werden. Die Markierung erfolgt vorzugsweise an Nicht-Ankerpositionen. Die auf solche Weise gefundenen Korrelationen zwischen dem Auftreten von Autoimmunkrankheiten und der Expression von MHC-Molekülen mit krankheitsspezifischen Peptidmotiven können diagnostisch verwertet werden. Beispiele von in vitro diagnostischen Verwendungen der erfindungsgemäßen Peptidsequenzen schließen, ohne sich darauf zu beschränken, Messung der Bindungsspezifität von MHC-Molekülen, Korrelierung der Bindungsspezifität von MHC-Molekülen mit Krankheiten, und Bestimmung der Sequenz von T-Zellepitopen unbekannten Ursprungs durch Inkubieren geeigneter Zellen, die die interessierenden MHC-Moleküle exprimieren mit HPLC-Fraktionen einer Peptid-Bank (Mischung von Peptiden, die in das untersuchte Motiv passen) und Bestimmung der durch die T-Zelle erkannten Peptide, gefolgt von chromatographischem Vergleich des natürlichen T-Zellepitops mit dem als T-Zellepitop erkannten synthetischen Peptid (Nature 348: 252-254 (1990)) mit ein.

Ein weiterer Gegenstand der Erfindung ist die Verwendung der erfindungsgemäßen Peptidmotive bei einem Verfahren zur Herstellung eines Arzneimittels zur Therapie von Störungen des Immunsystems oder von Tumorerkrankungen. Insbesondere können die erfindungsgemäßen Peptidmotive für die Intervention bei Autoimmunkrankheiten (Prophylaxe und Therapie), beispielsweise durch Blockierung bestimmter MHC-Moleküle sowie durch die Induktion peptidspezifischer Nicht-Reaktivität von T-Zellen, verwendet werden. Weiterhin ist eine Intervention bei Transplantatabstoßungen und Graft-versus-Host-Reaktionen auf analoge Weise möglich. Ferner können die erfindungsgemäßen Peptide für die Induktion oder die Verstärkung bzw. Vermehrung von gegen Tumorzellen gerichteten T-Zellen in vitro und in vivo eingesetzt werden, insbesondere für die Vakzinierung gegen Tumorerkrankungen und für die Therapie bestehender Tumorerkrankungen, wobei insbesondere der sogenannte Graft-versus-Leukämia-Effekt (Sullivan et al., N. Engl. J. Med. 320: 828-834) ausgenutzt werden kann. Die erfindungsgemäßen Peptide können ebenso dazu verwendet werden, T-Zellantworten gegen infektiöse oder maligne Krankheiten zu verstärken, indem MHC-bindende Peptide, die spezifisch für das infektiöse Mittel oder für Tumore sind, in vivo eingesetzt werden. Alternativ können T-Zellen aus Patienten gewonnen werden, ihre Anzahl in vitro durch Verwendung von Peptiden und geeigneten Wachstumsbedingungen, einschließlich Cytokine, wie z.B. Interleukin 2, Interleukin 4 oder Interleukin 6 vermehrt und anschließend in den Patienten zurückgeführt werden. Die erfindungsgemäßen Peptide können weiterhin dazu verwendet werden, alle Tumore, die durch T-Zellen angreifbare Antigene exprimieren, einschließlich, ohne darauf zu beschränken, Melanome, Brustkrebs, Tumore viralen Ursprungs, wie z.B. Burkittslymphom und solche Tumore, die durch menschlichen Papillomavirus wie zervikales Karzinom und andere anogenitale Tumore zu behandeln. Peptide, die von T-Zellrezeptor-Molekülen oder Antikör-

permolekülen abstammen, können auch für die gezielte Manipulation immunregulatorischer Mechanismen eingesetzt werden, insbesondere für die Bekämpfung von Autoimmunkrankheiten und Transplantatabstoßungen, sowie Graft-versus-Host-Reaktionen. In vivo-Verwendungen der erfindungsgemäßen Proteine zur Prävention schließen ihre Verwendung, ohne darauf beschränkt zu sein, als Peptidvakzine gegen infektiöse oder maligne Krankheiten und Verwendung der in dieser Erfindung gesammelten Information bezüglich geeigneter T-Zellepitope zu ihrem Einbau in alle anderen Arten von Impfstoffen einschließlich rekombinante Impfstoffe (einschließlich Viruse wie Vaccinia oder Bakterien wie Salmonella oder Mycobacteria) und Proteine, die durch Verwendung von rekombinanten Bakterien (z.B. E.coli) oder anderen Zellen, einschließlich Hefe-, Insekten-, Maus- oder menschlichen Zellen hergestellt wurden, mit ein.

Die Dosierung oder Konzentrationen der erfindungsgemäße Peptide können durch den Fachmann routinemäßig bestimmt werden. Diese können in vivo in einem Bereich von 10 µg bis 1 g erwartet werden. In vitro-Konzentrationen können in einem Bereich von 1 Femtomol bis 1 Micromol erwartet werden. Die Verabreichung in vivo schließt, ohne sich darauf zu beschränken, einen subkutanen, intramuskulären, intravenösen, intradermalen und oralen Weg mit ein.

Vorzugsweise ist bei der therapeutischen Verwendung ein Peptid, das einem erfindungsgemäßen Peptidmotiv entspricht, N- oder/und C-terminal mit lipophilen bzw. amphiphilen Gruppen, insbesondere lipophilen Peptid-Helices kovalent verknüpft. Ein Beispiel für eine derartige Gruppe ist Tripalmitoyl-S-glycercylcysteinyl-serylserin.

Die Erfindung soll weiter durch die folgenden Beispiele in Verbindung mit den Figur n 1 und 2 veranschaulicht werden.

- 10 -

Es zeigen

Fig. 1a ein HPLC-Profil von Material, das mit Anti-K^d-Antikörpern aus P815 Lyssat abgetrennt wurde,
Fig. 1b einen vergrößerten Ausschnitt des Chromatogramms aus 1a (Fraktionen 15 - 35),
Fig. 1c eine Rechromatographie des in 1b mit einem Pfeil gekennzeichneten Selbstpeptids,
Fig. 2 MHC-Moleküle und ihre Liganden.

Beispiel 1

10 bis 20x10⁶ P815-Tumorzellen (H-2K^d) wurden pelletiert und 30 Minuten mit 250 ml 0,5 % Nonidet P40 in Phosphat-gepufferter Salzlösung (PBS) mit 0,1 mmol/l Phenylmethylsulfonylfluorid (PMSF) bei 4°C gerührt. Der Überstand wurde 5 Minuten bei 250 g und 30 Minuten bei 150.000 g und 4°C zentrifugiert und dann durch eine adsorptionschromatographische Anordnung geleitet. Die adsorptionschromatographische Anordnung bestand aus drei Säulen mit jeweils einem Bettvolumen von etwa 1 ml. Das Säulenmaterial bestand aus Antikörper-gekoppelten bzw. Glycin-gekoppelten Kugelchen, die aus Bromcyan-aktivierter Sepharose 4B (Pharmacia LKB) gemäß dem Protokoll des Herstellers hergestellt wurden. Als Antikörper wurden jeweils 5 mg von K^d-spezifischem Antikörper 20-8-4S (IgG 2a, kappa; 25) oder D^b-spezifische Antikörper B22-249 (IgG 2a, kappa; 26) an 1 ml der Kugelchen gekoppelt. Der Überstand des Zellextrakts wurde zunächst durch eine Säule mit Glycin-gekoppelten Kugelchen, dann durch eine entsprechende Säule mit Anti-K^d-Kugelchen und dann für eine Scheinpräzipitation über Anti-D^b-Kugelchen geleitet.

Die Kugelchen wurden aus allen drei Säulen entfernt und mit 0,1 % Trifluoressigsäur für 15 Minuten erwirbelt (7). Die Überstände wurden durch Vakuumzentrifugation getrocknet und

- 11 -

durch Reverse Phase HPLC unter Verwendung einer Superpac Pep S Säule (C2/C18; 5 μ m Teilchen, 4,0 x 250 mm, Pharmacia LKB) und einer Pharmacia LKB-Apparatur abgetrennt (4). Elutionsmittel: Lösung A 0,1 % Trifluoressigsäure in H₂O (v/v), Lösung B 0,1 % Trifluoressigsäure in Acetonitril.

Für die in Figur 1a und b gezeigten chromatographischen Trennungen wurde der folgende Gradient verwendet:

0 bis 5 Minuten, 100 % A

5 bis 40 Minuten linearer Anstieg auf 60 % B,

40 bis 45 Minuten 60 % B,

45 bis 50 Minuten Abnahme auf 0 % B,

Flußrate: 1 ml/Minute, Fraktionsgröße: 1 ml.

Die einzelnen Fraktionen wurden gesammelt und durch Vakuumzentrifugation getrocknet.

Figur 1 zeigt die HPLC-Auftrennung von immunpräzipitierten und Trifluoressigsäure-behandelten K^d-Molekülen. Figur 1a zeigt ein HPLC-Profil von TFA-behandeltem Material, das aus P815-Lysat mit Anti-K^d (durchgehende Linie) bzw. mit Anti-D^b (gestrichelte Linie) präzipitiert wurde. Zwischen den Fraktionen 20 und 28 wird heterogenes Material in geringen Mengen eluiert, bei dem es sich um die gesuchten allel spezifischen Peptidgemische handelt.

Die Fraktionen 20 bis 28 wurden sowohl aus dem K^d-Ansatz als auch von dem Scheinpräzipitat gesammelt. Beide Ansätze wurden unter Verwendung der Edman-Abbaumethode automatisch sequenziert (Edman et al., Eur.J.Biochem. 1: 80-91 (1967)). Der Edman-Abbau wurde in einem Protein Sequencer 477A, ausgestattet mit einem on-line PTH-Aminosäure Analysator 120A (Applied Biosystems, Foster City, CA, 94404, USA) durchgeführt. Glasfaserfilter wurden mit 1 mg BioPren Plus beschichtet und nicht präzykliert. Die Sequenzierung wurde unter V_{rw} ndung

der Standardprogramme BEGIN-1 und NORMAL-1 (Applied Biosystems) durchgeführt. Cystein wurde nicht modifiziert und konnte deshalb auch nicht nachgewiesen werden.

Das Edman-Verfahren beinhaltet eine sequenzielle Derivatisierung und Aminosäurenentfernung vom N-Terminus, von denen jede chromatographisch identifiziert wird. Da es ungewöhnlich ist, komplexe Gemische von Peptiden zu sequenzieren, werden die direkt aus dem Sequenziergerät gewonnenen Daten präsentiert. Tabelle 1a und b zeigen die Ergebnisse aus zwei Sequenzierungsversuchen für K^d-eluierte Peptide. Tabelle 1c zeigt das Sequenzierungsergebnis einer Scheinelution mit D^b-spezifischen Antikörpern auf P815-Lysaten. Die K^d-eluierten Peptide haben ein klares Aminosäuremuster für jede Position von 1 bis 9, während das scheineluierte Material durchgehend ein gleichförmiges Aminosäuremuster mit einer Abnahme der absoluten Menge jedes Rests bei jedem Zyklus zeigt. Bei den K^d-eluierten Peptiden wurden nur die Reste, die mehr als 50 % Anstieg in der absoluten Menge im Vergleich mit dem vorherigen oder dem vorvorherigen Zyklus zeigten, als signifikant erachtet und unterstrichen. Die erste Position ist schwierig zu beurteilen, da es keinen vorherigen Zyklus gibt und überdies alle im HPLC-Pool vorhandenen freien Aminosäuren an dieser Position nachgewiesen werden. Für die zweite Position ist der einzige Rest, dessen Häufigkeit im Vergleich zum vorherigen Zyklus klar erhöht ist, Tyrosin (z.B. Tabelle 1a 60,9 pmol auf 875,6 pmol). Der einzige andere Rest, der einen (geringen) Anstieg zeigt, ist Phenylalanin, das eine zu Tyr ähnliche Seitenkette aufweist. Dies bestätigt die Annahme, die aus einem Vergleich des natürlichen K^d-restringierten Influenza-Epitops (mit der Sequenz TYQRTRALV) mit anderen K^d-restringierten Peptiden im Hinblick auf den Tyrosin-Rest an Position 2 resultiert. Dagegen gibt es keinen definierten Aminosäurerest, der für die folgenden Positionen 3 bis 8 charakteristisch ist. Es werden bis zu 14 unterschiedliche

Reste in den einzelnen Positionen gefunden. An Position 9 werden Ile und Leu gefunden. Es gibt keinen Signalanstieg an Position 10, was darauf hindeutet, daß die meisten K^d-gebundenen Selbstpeptide nicht länger als 9 Reste sind. Das natürliche K^d-restringierte Influenza-Peptid ist somit ein Nonapeptid (4). Das Konsensussequenzmuster, das aus diesen Ergebnissen hervorgeht, ist in Tabelle 1c gezeigt. Am meisten auffallend sind Tyr an Position 2 und Ile oder Leu an 9, während an allen anderen Positionen eine größere Anzahl an Resten gefunden wird. Ein Vergleich dieses Motivs mit Peptidsequenzen, die K^d-restringierte Epitope enthalten, zeigt, daß die meisten gut zu dem K^d-restringierten Konsensusmonomer-Motiv passen (Tabelle 1d).

Der durch einen Pfeil in Fraktion 29 von Figur 1b markierte Peak und die korrespondierende Fraktion der Scheinpräzipitation wurden unter höherer Auflösung erneut chromatographiert, wobei das Fraktionsvolumen 0,5 ml betrug (Fig. 1c). Der scharfe spezifische Peak stellte ein Peptid mit der Aminosäuresequenz SYFPEITHI dar, das durch direkte Sequenzierung bestimmt wurde. Die Identität dieses natürlichen Zellpeptids mit synthetischem SYFPEITHI-Peptid wurde durch Coelution auf HPLC bestätigt (Fig. 1c). Die Sequenz paßt zu dem Konsensusmotiv aus dem Pool der Fraktionen 20 bis 28 (Fig. 1a,b), wodurch das Vorhandensein eines spezifischen K^d-restringierten Peptidmotivs (Tabelle 1d) bestätigt wird.

Tabelle 1

Sequenzierung des Selbstpeptidgenisches, das aus Immunpräzipitierten κ^d -Molekülen eluiert wurde

Zyklus	A	Experiment 1										Experiment 2										Experiment 3																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
N	D	E	G	Q	C₁	C₂	C₃	C₄	C₅	C₆	C₇	C₈	C₉	C₁₀	C₁₁	C₁₂	C₁₃	C₁₄	C₁₅	C₁₆	C₁₇	C₁₈	C₁₉	C₂₀	C₂₁	C₂₂	C₂₃	C₂₄	C₂₅	C₂₆	C₂₇	C₂₈	C₂₉	C₃₀	C₃₁	C₃₂	C₃₃	C₃₄	C₃₅	C₃₆	C₃₇	C₃₈	C₃₉	C₄₀	C₄₁	C₄₂	C₄₃	C₄₄	C₄₅	C₄₆	C₄₇	C₄₈	C₄₉	C₅₀	C₅₁	C₅₂	C₅₃	C₅₄	C₅₅	C₅₆	C₅₇	C₅₈	C₅₉	C₆₀	C₆₁	C₆₂	C₆₃	C₆₄	C₆₅	C₆₆	C₆₇	C₆₈	C₆₉	C₇₀	C₇₁	C₇₂	C₇₃	C₇₄	C₇₅	C₇₆	C₇₇	C₇₈	C₇₉	C₈₀	C₈₁	C₈₂	C₈₃	C₈₄	C₈₅	C₈₆	C₈₇	C₈₈	C₈₉	C₉₀	C₉₁	C₉₂	C₉₃	C₉₄	C₉₅	C₉₆	C₉₇	C₉₈	C₉₉	C₁₀₀	C₁₀₁	C₁₀₂	C₁₀₃	C₁₀₄	C₁₀₅	C₁₀₆	C₁₀₇	C₁₀₈	C₁₀₉	C₁₁₀	C₁₁₁	C₁₁₂	C₁₁₃	C₁₁₄	C₁₁₅	C₁₁₆	C₁₁₇	C₁₁₈	C₁₁₉	C₁₂₀	C₁₂₁	C₁₂₂	C₁₂₃	C₁₂₄	C₁₂₅	C₁₂₆	C₁₂₇	C₁₂₈	C₁₂₉	C₁₃₀	C₁₃₁	C₁₃₂	C₁₃₃	C₁₃₄	C₁₃₅	C₁₃₆	C₁₃₇	C₁₃₈	C₁₃₉	C₁₄₀	C₁₄₁	C₁₄₂	C₁₄₃	C₁₄₄	C₁₄₅	C₁₄₆	C₁₄₇	C₁₄₈	C₁₄₉	C₁₅₀	C₁₅₁	C₁₅₂	C₁₅₃	C₁₅₄	C₁₅₅	C₁₅₆	C₁₅₇	C₁₅₈	C₁₅₉	C₁₆₀	C₁₆₁	C₁₆₂	C₁₆₃	C₁₆₄	C₁₆₅	C₁₆₆	C₁₆₇	C₁₆₈	C₁₆₉	C₁₇₀	C₁₇₁	C₁₇₂	C₁₇₃	C₁₇₄	C₁₇₅	C₁₇₆	C₁₇₇	C₁₇₈	C₁₇₉	C₁₈₀	C₁₈₁	C₁₈₂	C₁₈₃	C₁₈₄	C₁₈₅	C₁₈₆	C₁₈₇	C₁₈₈	C₁₈₉	C₁₉₀	C₁₉₁	C₁₉₂	C₁₉₃	C₁₉₄	C₁₉₅	C₁₉₆	C₁₉₇	C₁₉₈	C₁₉₉	C₂₀₀	C₂₀₁	C₂₀₂	C₂₀₃	C₂₀₄	C₂₀₅	C₂₀₆	C₂₀₇	C₂₀₈	C₂₀₉	C₂₁₀	C₂₁₁	C₂₁₂	C₂₁₃	C₂₁₄	C₂₁₅	C₂₁₆	C₂₁₇	C₂₁₈	C₂₁₉	C₂₂₀	C₂₂₁	C₂₂₂	C₂₂₃	C₂₂₄	C₂₂₅	C₂₂₆	C₂₂₇	C₂₂₈	C₂₂₉	C₂₃₀	C₂₃₁	C₂₃₂	C₂₃₃	C₂₃₄	C₂₃₅	C₂₃₆	C₂₃₇	C₂₃₈	C₂₃₉	C₂₄₀	C₂₄₁	C₂₄₂	C₂₄₃	C₂₄₄	C₂₄₅	C₂₄₆	C₂₄₇	C₂₄₈	C₂₄₉	C₂₅₀	C₂₅₁	C₂₅₂	C₂₅₃	C₂₅₄	C₂₅₅	C₂₅₆	C₂₅₇	C₂₅₈	C₂₅₉	C₂₆₀	C₂₆₁	C₂₆₂	C₂₆₃	C₂₆₄	C₂₆₅	C₂₆₆	C₂₆₇	C₂₆₈	C₂₆₉	C₂₇₀	C₂₇₁	C₂₇₂	C₂₇₃	C₂₇₄	C₂₇₅	C₂₇₆	C₂₇₇	C₂₇₈	C₂₇₉	C₂₈₀	C₂₈₁	C₂₈₂	C₂₈₃	C₂₈₄	C₂₈₅	C₂₈₆	C₂₈₇	C₂₈₈	C₂₈₉	C₂₉₀	C₂₉₁	C₂₉₂	C₂₉₃	C₂₉₄	C₂₉₅	C₂₉₆	C₂₉₇	C₂₉₈	C₂₉₉	C₃₀₀	C₃₀₁	C₃₀₂	C₃₀₃	C₃₀₄	C₃₀₅	C₃₀₆	C₃₀₇	C₃₀₈	C₃₀₉	C₃₁₀	C₃₁₁	C₃₁₂	C₃₁₃	C₃₁₄	C₃₁₅	C₃₁₆	C₃₁₇	C₃₁₈	C₃₁₉	C₃₂₀	C₃₂₁	C₃₂₂	C₃₂₃	C₃₂₄	C₃₂₅	C₃₂₆	C₃₂₇	C₃₂₈	C₃₂₉	C₃₃₀	C₃₃₁	C₃₃₂	C₃₃₃	C₃₃₄	C₃₃₅	C₃₃₆	C₃₃₇	C₃₃₈	C₃₃₉	C₃₄₀	C₃₄₁	C₃₄₂	C₃₄₃	C₃₄₄	C₃₄₅	C₃₄₆	C₃₄₇	C₃₄₈	C₃₄₉	C₃₅₀	C₃₅₁	C₃₅₂	C₃₅₃	C₃₅₄	C₃₅₅	C₃₅₆	C₃₅₇	C₃₅₈	C₃₅₉	C₃₆₀	C₃₆₁	C₃₆₂	C₃₆₃	C₃₆₄	C₃₆₅	C₃₆₆	C₃₆₇	C₃₆₈	C₃₆₉	C₃₇₀	C₃₇₁	C₃₇₂	C₃₇₃	C₃₇₄	C₃₇₅	C₃₇₆	C₃₇₇	C₃₇₈	C₃₇₉	C₃₈₀	C₃₈₁	C₃₈₂	C₃₈₃	C₃₈₄	C₃₈₅	C₃₈₆	C₃₈₇	C₃₈₈	C₃₈₉	C₃₉₀	C₃₉₁	C₃₉₂	C₃₉₃	C₃₉₄	C₃₉₅	C₃₉₆	C₃₉₇	C₃₉₈	C₃₉₉	C₄₀₀	C₄₀₁	C₄₀₂	C₄₀₃	C₄₀₄	C₄₀₅	C₄₀₆	C₄₀₇	C₄₀₈	C₄₀₉	C₄₁₀	C₄₁₁	C₄₁₂	C₄₁₃	C₄₁₄	C₄₁₅	C₄₁₆	C₄₁₇	C₄₁₈	C₄₁₉	C₄₂₀	C₄₂₁	C₄₂₂	C₄₂₃	C₄₂₄	C₄₂₅	C₄₂₆	C₄₂₇	C₄₂₈	C₄₂₉	C₄₃₀	C₄₃₁	C₄₃₂	C₄₃₃	C₄₃₄	C₄₃₅	C₄₃₆	C₄₃₇	C₄₃₈	C₄₃₉	C₄₄₀	C₄₄₁	C₄₄₂	C₄₄₃	C₄₄₄	C₄₄₅	C₄₄₆	C₄₄₇	C₄₄₈	C₄₄₉	C₄₅₀	C₄₅₁	C₄₅₂	C₄₅₃	C₄₅₄	C₄₅₅	C₄₅₆	C₄₅₇	C₄₅₈	C₄₅₉	C₄₆₀	C₄₆₁	C₄₆₂	C₄₆₃	C₄₆₄	C₄₆₅	C₄₆₆	C₄₆₇	C₄₆₈	C₄₆₉	C₄₇₀	C₄₇₁	C₄₇₂	C₄₇₃	C₄₇₄	C₄₇₅	C₄₇₆	C₄₇₇	C₄₇₈	C₄₇₉	C₄₈₀	C₄₈₁	C₄₈₂	C₄₈₃	C₄₈₄	C₄₈₅	C₄₈₆	C₄₈₇	C₄₈₈	C₄₈₉	C₄₉₀	C₄₉₁	C₄₉₂	C₄₉₃	C₄₉₄	C₄₉₅	C₄₉₆	C₄₉₇	C₄₉₈	C₄₉₉	C₅₀₀	C₅₀₁	C₅₀₂	C₅₀₃	C₅₀₄	C₅₀₅	C₅₀₆	C₅₀₇	C₅₀₈	C₅₀₉	C₅₁₀	C₅₁₁	C₅₁₂	C₅₁₃	C₅₁₄	C₅₁₅	C₅₁₆	C₅₁₇	C₅₁₈	C₅₁₉	C₅₂₀	C₅₂₁	C₅₂₂	C₅₂₃	C₅₂₄	C₅₂₅	C₅₂₆	C₅₂₇	C₅₂₈	C₅₂₉	C₅₃₀	C₅₃₁	C₅₃₂	C₅₃₃	C₅₃₄	C₅₃₅	C₅₃₆	C₅₃₇	C₅₃₈	C₅₃₉	C₅₄₀	C₅₄₁	C₅₄₂	C₅₄₃	C₅₄₄	C₅₄₅	C₅₄₆	C₅₄₇	C₅₄₈	C₅₄₉	C₅₅₀	C₅₅₁	C₅₅₂	C₅₅₃	C₅₅₄	C₅₅₅	C₅₅₆	C₅₅₇	C₅₅₈	C₅₅₉	C₅₆₀	C₅₆₁	C₅₆₂	C₅₆₃	C₅₆₄	C₅₆₅	C₅₆₆	C₅₆₇	C₅₆₈	C₅₆₉	C₅₇₀	C₅₇₁	C₅₇₂	C₅₇₃	C₅₇₄	C₅₇₅	C₅₇₆	C₅₇₇	C₅₇₈	C₅₇₉	C₅₈₀	C₅₈₁	C₅₈₂	C₅₈₃	C₅₈₄	C₅₈₅	C₅₈₆	C₅₈₇	C₅₈₈	C₅₈₉	C₅₉₀	C₅₉₁	C₅₉₂	C₅₉₃	C₅₉₄	C₅₉₅	C₅₉₆	C₅₉₇	C₅₉₈	C₅₉₉	C₆₀₀	C₆₀₁	C₆₀₂	C₆₀₃	C₆₀₄	C₆₀₅	C₆₀₆	C₆₀₇	C₆₀₈	C₆₀₉	C₆₁₀	C₆₁₁	C₆₁₂	C₆₁₃	C₆₁₄	C₆₁₅	C₆₁₆	C₆₁₇	C₆₁₈	C₆₁₉	C₆₂₀	C₆₂₁	C₆₂₂	C₆₂₃	C₆₂₄	C₆₂₅	C₆₂₆	C₆₂₇	C₆₂₈	C₆₂₉	C₆₃₀	C₆₃₁	C₆₃₂	C₆₃₃	C₆₃₄	C₆₃₅	C₆₃₆	C₆₃₇	C₆₃₈	C₆₃₉	C₆₄₀	C₆₄₁	C₆₄₂	C₆₄₃	C₆₄₄	C₆₄₅	C₆₄₆	C₆₄₇	C₆₄₈	C₆₄₉	C₆₅₀	C₆₅₁	C₆₅₂	C₆₅₃	C₆₅₄	C₆₅₅	C₆₅₆	C₆₅₇	C₆₅₈	C₆₅₉	C₆₆₀	C₆₆₁	C₆₆₂	C₆₆₃	C₆₆₄	C₆₆₅	C₆₆₆	C₆₆₇	C₆₆₈	C₆₆₉	C₆₇₀	C₆₇₁	C₆₇₂	C₆₇₃	C₆₇₄	C₆₇₅	C₆₇₆	C₆₇₇	C₆₇₈	C₆₇₉	C₆₈₀	C₆₈₁	C₆₈₂	C₆₈₃	C₆₈₄	C₆₈₅	C₆₈₆	C₆₈₇	C₆₈₈	C₆₈₉	C₆₉₀	C₆₉₁	C₆₉₂	C₆₉₃	C₆₉₄	C₆₉₅	C₆₉₆	C₆₉₇	C₆₉₈	C₆₉₉	C₇₀₀	C₇₀₁	C₇₀₂	C₇₀₃	C₇₀₄	C₇₀₅	C₇₀₆	C₇₀₇	C₇₀₈	C₇₀₉	C₇₁₀	C₇₁₁	C₇₁₂	C₇₁₃	C₇₁₄	C₇₁₅	C₇₁₆	C₇₁₇	C₇₁₈	C₇₁₉	C₇₂₀	C₇₂₁	C₇₂₂	C₇₂₃	C₇₂₄	C₇₂₅	C₇₂₆	C₇₂₇	C₇₂₈	C₇₂₉	C₇₃₀	C₇₃₁	C₇₃₂	C₇₃₃	C₇₃₄	C₇₃₅	C₇₃₆	C₇₃₇	C₇₃₈	C₇₃₉	C₇₄₀	C₇₄₁	C₇₄₂	C₇₄₃	C₇₄₄	C₇₄₅	C₇₄₆	C₇₄₇	C₇₄₈	C₇₄₉	C₇₅₀	C₇₅₁	C₇₅₂	C₇₅₃	C₇₅₄	C₇₅₅	C₇₅₆	C₇₅₇	C₇₅₈	C₇₅₉	C₇₆₀	C₇₆₁	C₇₆₂	C₇₆₃	C₇₆₄	C₇₆₅	C₇₆₆	C₇₆₇	C₇₆₈	C₇₆₉	C₇₇₀	C₇₇₁	C₇₇₂	C₇₇₃	C₇₇₄	C₇₇₅	C₇₇₆	C₇₇₇	C₇₇₈	C₇₇₉	C₇₈₀	C₇₈₁	C₇₈₂	C₇₈₃	C₇₈₄	C₇₈₅	C₇₈₆	C₇₈₇	C₇₈₈	C₇₈₉	C₇₉₀	C₇₉₁	C₇₉₂	C₇₉₃	C₇₉₄	C₇₉₅	C₇₉₆	C₇₉₇	C₇₉₈	C₇₉₉	C₈₀₀	C₈₀₁	C₈₀₂	C₈₀₃	C₈₀₄	C₈₀₅	C₈₀₆	C₈₀₇	C₈₀₈	C₈₀₉	C₈₁₀	C₈₁₁	C₈₁₂	C₈₁₃	C₈₁₄	C₈₁₅	C₈₁₆	C₈₁₇	C₈₁₈	C₈₁₉	C₈₂₀	C₈₂₁	C₈₂₂	C₈₂₃	C₈₂₄	C₈₂₅	C₈₂₆	C₈₂₇	C₈₂₈	C₈₂₉	C₈₃₀	C₈₃₁	C₈₃₂	C₈₃₃	C₈₃₄	C₈₃₅	C₈₃₆	C₈₃₇	C₈₃₈	C₈₃₉	C₈₄₀	C₈₄₁	C₈₄₂	C₈₄₃	C₈₄₄	C₈₄₅	C₈₄₆	C₈₄₇	C₈₄₈	C₈₄₉	C₈₅₀	C₈₅₁	C₈₅₂	C₈₅₃	C₈₅₄	C₈₅₅	C₈₅₆	C₈₅₇	C₈₅₈	C₈₅₉	C₈₆₀	C_{861</sub}

- 15 -

Tabelle 1d
Das K^d-restringierte Peptidmotiv

Dominante Ankerreste	Position								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
	Y								I
stark									L
schwach									
	N	P	M	K	T				
	I			F	N				
	L								
	K	F	A	A	V	H	P	H	
	A		H	E	N	I	H	E	
	R		V	S	D	M	D	K	
	S		R	D	I	Y	E	V	
	V		S	H	L	V	Q	V	
	T		F	N	S	R	S	F	
			E		T	L		R	
			Q			G			
			K						
			M						
			T						

Bekannte Epitope*

T Y O R T R A L V
S Y F P E I T H I
I Y A T V A G S L
V Y Q I L A I Y A
I Y S T V A S S L
L Y Q N V G T Y V
R Y L E N G K E T L
R Y L K N G K E T L
K Y Q A V T T T L
S Y I P S A E K I
S Y V P S A E Q I

Literatur-	
Proteinquelle	stelle
Influenza PR8 NP 147-154	4,29
Selbstpeptid P815	
Influenza JAP HA 523-549	30,31
Influenza JAP HA 523-549	30,31
Influenza PR8 HA 518-528	32
Influenza JAP HA 202-221	30,31
HLA-A24 170-18233	33
HLA-Cw3 170-186	34
P815 Tumor-Antigen	35
Plasmodium berghei CSP 249-260	36
Plasmodium yoelii CSP 276-288	37

* Peptide, von denen bekannt ist, daß sie K^d-restringierte T-Zellepitope enthalten, wurden gemäß ihrer Tyr-Reste in Übereinstimmung gebracht. Peptide, von denen bekannt ist, daß sie natürlich prozessiert sind, sind unterstrichen.

Beispiel 2

Elution von Peptiden aus K^b- und D^b-Molekülen
Detergenz-Lysate aus EL4-Tumorzellen (B-2^b) wurden mit K^b-spezifischen und D^b-spezifischen Antikörpern, wie in Beispiel 1 beschrieben, immunpräzipitiert. Als D^b-Antikörper wurde B22-249 (siehe Beispiel 1) und als K^b-Antikörper wurde K9-178 (IgG 2a, K, 27) verwendet. Die von MHC-Molekülen dissozierten Peptide wurden durch Reverse Phase HPLC aufgetrennt. Sowohl K^b- als auch D^b-Material wurde mit Profilen eluiert, die in etwa dem K^d-Material aus Beispiel 1 entsprachen, wobei jedoch in dem heterogenen Material, das zwischen Fraktionen 20 und 28 eluierte, gewisse Unterschiede auftraten.

D^b-restringiertes Peptidmotiv

Die vereinigten Fraktionen 20 bis 28 aus dem D^b-Ansatz wurden sequenziert (Tabelle 2a,b). Die Positionen 2 bis 4 enthielten mehrere Reste. Dagegen gab Zyklus 5 ein starkes Signal für Asn. Der vorherrschende Rest an Position 5 der D^b-eluierten Selbstpeptide ist somit Asn. Das schwache Signal für Asp wird durch Hydrolyse von Asn zu Asp unter den Sequenzierungsbedingungen verursacht. Die Positionen 6 bis 8 enthielten 5 bis 14 unterschiedliche nachweisbare Reste. Position 9 enthielt ein starkes Signal für Met, ein mittleres für Ile und ein schwaches für Leu (alle hydrophob). (Die Bedeutung von Met oder Ile in einem D^b-restringierten Epitop wurde bereits berichtet, siehe 17). An Position 10 war kein Signal, was darauf hindeutet, daß D^b-präsentiert Selbstpeptide Nonapeptide sind. Das durch diese Ergebnisse ermittelte Konsensusmotiv ist in Tabelle 2c gezeigt. Ein Vergleich dieses Motivs mit

- 17 -

dem natürlichen D^b-restringierten Peptid und mit anderen Peptiden, die D^b-restringierte Epitope enthalten, zeigt, daß Asn an Position 5 ein unveränderlicher Ankerrest des D^b-restringierten Peptidmotivs sein kann. Die anderen Reste der D^b-restringierten Epitope unterscheiden sich erheblich, mit Ausnahme von Position 9 (mit Met, Ile oder Leu), die wie eine zweite Ankerposition aussieht.

Experiment 1										Experiment 2											
Subject					Antibiotic resistance (in ppm)					Subject					Antibiotic resistance (in ppm)						
Age	Height	Weight	Gender	Antibiotic	C	G	H	I	L	K	M	P	R	S	T	Y	V				
1	251.2	161.2	21.6	1.3	0.1	16.3	99.1	2.3	22.0	21.2	20.3	7.2	31.0	77.5	124.6	43.9	26.9	10.1			
2	202.1	17.2	5.4	0.9	7.4	24.7	116.2	0.9	5.4	9.9	6.5	154.1	4.3	8.2	52.7	15.0	5.5	16.0			
3	29.9	5.9	5.3	0.0	3.8	5.5	105.1	1.1	106.3	65.8	0.0	8.3	3.8	0.3	4.7	5.2	73.2				
4	10.3	0.1	4.2	4.6	32.4	21.0	49.3	0.8	32.7	21.5	12.4	3.6	2.3	28.0	9.9	10.6	5.0	165.2			
5	6.0	2.1	271.4	26.0	0.2	4.3	43.0	0.6	4.7	6.2	2.5	1.3	0.9	11.7	4.5	5.0	1.7	7.6			
6	42.1	5.9	29.6	7.1	0.4	7.0	32.6	1.3	10.0	140.4	0.0	1.9	11.3	22.5	7.9	11.8	4.1	216.5			
7	21.5	23.4	10.2	24.5	30.4	13.7	22.0	0.7	9.9	16.2	2.4	2.1	3.6	16.4	6.7	54.3	5.1	350.1			
8	14.6	10.1	11.3	9.8	21.2	10.3	10.2	0.3	3.0	10.1	4.4	1.3	5.0	9.5	26.5	24.9	12.5	20.1			
9	7.5	3.2	7.9	3.2	3.1	1.6	11.2	0.5	0.5	13.7	0.5	7.7	3.0	2.5	2.0	3.3	3.6	3.5			
10	2.6	1.1	2.5	2.4	1.9	1.2	12.5	0.3	4.2	8.5	0.4	2.7	1.8	2.1	1.6	1.7	1.9	1.3			
(b) Experiment 2					1	413.4	45.0	29.7	15.9	14.5	19.6	132.4	4.7	41.5	40.8	40.9	17.2	50.0	307.7	94.0	
					2	227.4	14.4	7.6	9.3	11.1	25.2	133.0	2.1	0.2	14.5	13.3	169.9	5.6	4.9	71.0	216.1
					3	39.6	3.3	6.0	6.3	6.0	5.3	172.2	1.2	89.5	56.0	1.6	14.7	4.5	75.4	12.1	5.0
					4	29.3	16.6	6.7	10.6	34.8	23.0	57.3	0.8	36.3	21.7	17.0	0.1	4.2	33.5	12.5	7.4
					5	19.9	5.3	154.1	22.2	0.7	4.1	31.1	0.9	4.6	7.0	4.3	2.4	1.7	11.8	5.3	5.0
					6	42.3	0.4	30.0	15.7	14.6	0.3	20.7	2.3	10.6	124.1	8.2	5.3	11.2	22.1	7.9	10.1
					7	22.0	24.5	15.4	33.5	29.2	10.5	17.7	1.6	11.3	14.0	3.3	3.7	3.6	14.3	7.5	47.3
					8	15.0	10.9	10.2	20.9	25.6	0.0	12.6	3.2	3.3	13.6	4.3	2.0	5.1	0.7	20.8	19.3
					9	9.7	4.3	6.1	13.0	12.1	2.6	0.7	0.3	19.8	26.2	1.2	30.8	3.9	4.4	4.8	
					10	5.4	3.1	1.9	12.2	0.1	2.9	0.2	0.0	10.1	13.9	0.7	3.4	3.2	3.3	5.9	

- 19 -

Tabelle 2c
Das D^b-restringierte Peptidmotiv

		Position								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Dominante Ankerreste						N			M	
stark		M	I	K		L			I	
		L	E			F				
		P	Q							
		V	V							
schwach		A	A	G	D	A	D	F	L	
		N	Q		T	Y	E	H		
		I	D			T	Q	K		
		F				V	V	S		
		P				M	T	Y		
		S				E	Y			
		T				Q				
		V				H				
						I				
						K				
						P				
						S				

Bekannte Epitope

A S N E N M E T M
S G P S N T P P E I
S G V E N P G G Y C L
S A I N N Y . . .

Proteingquelle	Literatur- stelle
Influenza NP 366-374 154	4,2
Adenovirus E1A	38
Lymphozyten Choriomeningitis	
Virus GP 272-293	39
Simian Virus 40 T 193-211	40

- 20 -

K^b-restringiertes Peptidmotiv

Die vereinigten Fraktionen 20 bis 28 aus dem K^b-Ansatz wurden sequenziert (Tabelle 3a,b). Position 3 enthielt ein starkes Signal für Tyr und ein schwaches für Pro. Position 4 zeigte schwache Signale für 5 Reste. Starke Signale für Phe und für Tyr machen diese beiden Reste an Position 5 vorherrschend. Die nächsten beiden Positionen enthielten 5 bzw. 3 Signale. Position 8 zeigte ein starkes Signal für Leu, ein mittleres für Met und schwächere für Ile und Val. Position 9 zeigte keinen Anstieg für irgendeinen Rest, was mit der Länge des bekannten K^b-restringierten natürlichen Peptids, das ein Octamer ist (5), übereinstimmt. Eine Analyse des K^b-restringierten Konsensusmotivs und Vergleich mit Epitopen zeigt zwei Ankerpositionen: Tyr oder Phe (beide mit ähnlichen aromatischen Seitenketten) an Position 5 und Leu, Met, Ile oder Val (alle mit ähnlichen hydrophoben Seitenketten) an Position 8.

Tabelle 3 Signifikanzleistung aus κ -Molekülen clusteren Selbstpeptidogenisches

(a) Experiment 1		Amidopeptidase (in pmol)												Aldose reductase (in pmol)											
		H	A	D	E	G	I	C	H	I	L	K	M	F	P	S	T	Y	V	W	Y	V	W		
Enzyme	Conc.	Asp	Cys	Asp	Cys	Asp	Cys	Asp	Cys	Asp	Cys	Asp	Cys	Asp	Cys	Asp	Cys	Asp	Cys	Asp	Cys	Asp	Cys		
Argyrolase	1.0	978.7	26.3	49.2	55.0	39.0	21.1	514.9	20.9	167.5	167.2	109.0	50.3	116.7	110.2	120.0	365.7	106.0	352.5	106.0	352.5	106.0	352.5		
2	345.5	3.9	37.3	41.0	22.5	20.3	475.2	0.9	44.5	43.1	72.6	12.6	25.4	51.0	253.1	0.5	50.1	93.5	0.5	50.1	93.5	0.5	50.1		
3	129.0	1.4	14.7	31.0	11.1	9.0	350.0	5.9	0.2	180	26.9	41	6.0	32.5	56.2	20.0	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6	25.6		
4	52.1	2.5	10.8	45.3	30.0	9.2	246.1	5.0	4.9	7.0	17.7	2.4	1.0	14.6	23.0	13.4	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0		
5	10.9	1.3	5.5	34.7	12.0	3.6	120.2	2.0	1.9	4.7	3.0	1.6	50.5	6.7	8.9	4.6	11.2	11.2	4.9	11.2	11.2	4.9	11.2		
6	16.2	0.8	5.6	32.7	12.0	3.7	77.9	2.4	3.1	3.5	3.9	0.9	4.5	7.3	9.2	18.1	7.3	7.3	6.2	7.3	7.3	6.2	7.3		
7	9.9	0.9	14.9	30.4	9.5	6.6	51.3	0.6	0.0	3.4	9.2	0.5	1.9	4.7	6.1	10.7	3.5	3.5	3.4	3.5	3.5	3.4	3.5		
8	6.0	1.4	5.1	22.7	6.0	3.3	29.2	0.8	1.4	1.5	1.0	2.1	1.0	3.0	4.1	3.1	2.5	2.5	2.6	2.5	2.5	2.6	2.5		
9	4.6	1.5	2.6	19.9	4.5	2.3	21.1	0.9	0.9	6.9	1.0	1.5	1.0	3.0	3.7	2.2	1.9	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1	2.1		
10	3.9	0.5	1.9	11.5	3.7	2.1	17.5	1.0	0.5	4.0	0.0	0.9	1.2	2.0	3.5	1.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0		
(b) Experiment 2		Amidopeptidase (in pmol)												Aldose reductase (in pmol)											
		H	A	D	E	G	I	C	H	I	L	K	M	F	P	S	T	Y	V	W	Y	V	W		
Enzyme	Conc.	Asp	Cys	Asp	Cys	Asp	Cys	Asp	Cys	Asp	Cys	Asp	Cys	Asp	Cys	Asp	Cys	Asp	Cys	Asp	Cys	Asp	Cys		
Argyrolase	1.0	42.4	1.1	5.7	3.0	7.0	11.1	44.6	0.3	11.3	12.1	3.0	6.2	7.6	14.2	10.1	6.0	26.2	10.1	6.0	26.2	10.1	6.0	26.2	
2	24.0	0.2	9.4	2.0	5.1	6.0	42.5	0.5	4.7	0.3	4.0	1.2	3.7	3.5	14.9	10.3	2.1	6.9	10.3	2.1	6.9	10.3	2.1	6.9	
3	10.4	0.3	2.1	2.6	3.9	4.0	25.1	0.7	2.0	7.9	2.1	0.9	3.6	9.0	3.0	3.3	16.1	10.0	3.3	16.1	10.0	3.3	16.1		
4	9.6	1.2	2.7	5.1	2.5	4.1	24.5	0.2	1.5	5.0	6.3	0.7	1.5	5.9	3.0	2.9	2.1	4.5	2.1	4.5	2.1	4.5	2.1	4.5	
5	5.8	0.6	1.0	2.0	3.3	2.5	14.2	0.5	0.2	3.9	1.7	0.4	0.6	3.5	1.3	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0		
6	0.6	0.2	2.3	2.7	6.0	2.7	9.2	0.0	1.0	2.4	1.5	0.4	2.3	2.2	0.1	1.2	2.1	1.9	2.1	1.9	2.1	1.9	2.1		
7	5.0	0.1	8.2	3.3	3.9	4.2	10.4	0.6	0.4	2.3	1.2	0.1	1.2	2.1	0.0	0.0	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6		
8	4.0	0.1	3.1	2.0	2.6	1.7	6.9	0.2	0.2	13.0	1.6	1.0	0.0	7.7	0.0	0.0	1.1	1.1	0.0	1.1	1.1	0.0	1.1		
9	4.5	0.1	1.1	2.1	3.6	1.9	5.9	1.4	0.0	7.7	0.9	1.0	0.9	1.3	0.3	1.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
10	3.9	0.3	4.5	3.9	4.3	4.1	5.1	0.2	0.2	13.0	1.6	1.0	0.0	7.7	0.0	0.0	1.1	1.1	0.0	1.1	1.1	0.0	1.1		

- 22 -

Tabelle 3c
Das K^b-restringierte Peptidmotiv

Dominante Ankerreste	Position							
	1	2	3	4	5	6	7	8
	F					L		
stark					Y			M
schwach				R	N	P	R	T
				I	D		I	N
				L	E		Q	I
				S	K		K	V
				A			S	
							T	

Bekannte Epitope

R G Y V Y O G L
S I I N F E K L
A P G N Y P A L

Proteinguelle	Literatur- stelle
Vesicular Stomatitis Virus	
NP 52-59	5
Ovalbumin 258-276	41
Sendai Virus NP 321-332	42

Beispiel 3**HLA-A2.1-restringiertes Peptidmotiv**

Ein Detergenz-Lysat von menschlichen JY-Zellen mit dem HLA-A2.1-MHC-Molekül (45) wurde mit A2-spezifischen Antikörpern (BB7.2, IgG2b, Literaturstelle 28) immunpräzipitiert. Die von A2-Molekülen dissoziierten Peptide wurden durch HPLC aufgetrennt. Es wurden die Fraktionen 20 bis 28 verarbeitet und wie zuvor beschrieben sequenziert (Tabelle 4). Die zweite Position enthielt ein starkes Signal für L und in mittleres für Met. An den Positionen 3 bis 5 wurden jeweils 6 bis 8

- 23 -

Reste gefunden. Position 6 enthielt Val, Leu, Ile und Thr. Die folgenden zwei Positionen zeigten jeweils 3 Signale. Position 9 zeigte ein starkes Val- und ein schwaches Leu-Signal. Position 10 zeigte keinen Anstieg für einen Rest, was darauf hinweist, daß A2-restringierte Epitope Nonapeptide sind. Leu oder Met an Position 2 und Val oder Leu an Position 9 scheinen die Ankerreste zu sein. Einige von bekannten Peptiden mit A2-restringierten Epitopen können mit dem Motiv in Übereinstimmung gebracht werden, während dies bei anderen nur teilweise möglich ist (Tabelle 4c). Die Existenz von mehreren Varianten von A2-Molekülen kann diese schlechte Übereinstimmung einiger Peptide mit dem Motiv verursachen.

- 24 -

Tabelle 1
Sequenzierung des Selbstpeptidgenisches, das aus λ 2.1-Hololekülen eluiert wurde

(a) Experiment 1		Aminosäurereste (pmol)																	
Nr.	Wert	A	H	H	D	C	Q	G	H	I	L	K	M	F	P	S	T	Y	Y
1	172.6	0.0	31.9	25.7	44.0	125.9	112.1	2.0	144.4	123.0	60.0	30.7	63.3	117.9	15.9	49.0	50.3	104.9	
2	47.5	0.0	16.7	14.1	25.6	53.1	44.7	1.6	69.6	511.0	155.5	71.0	10.5	30.7	16.2	16.1	12.2	86.5	
3	92.0	0.0	9.5	10.3	12.3	20.4	31.0	11.1	51.5	110.0	5.0	55.7	19.4	30.4	12.0	0.7	20.9	46.0	
4	36.0	0.6	12.7	26.4	59.5	21.7	56.2	1.3	10.4	22.7	24.6	5.2	52.4	10.9	14.0	5.2	20.0		
5	35.1	0.1	13.4	10.6	20.1	19.0	53.6	2.0	21.4	23.9	41.2	4.1	6.2	39.1	7.5	10.5	11.6	29.0	
6	30.3	0.0	16.0	14.1	21.4	17.3	20.5	1.4	60.1	42.4	14.7	4.4	5.0	40.0	0.7	20.3	5.0	106.2	
7	47.1	0.0	11.7	9.5	27.2	21.0	19.0	3.2	36.3	27.3	7.9	5.7	0.0	54.1	5.1	13.6	14.0	62.0	
8	37.9	0.3	13.4	8.1	37.3	24.3	21.1	1.0	11.6	15.1	33.0	3.4	5.1	22.3	8.0	17.9	10.7	22.4	
9	23.3	0.0	5.1	6.0	15.7	10.5	14.0	0.7	11.5	21.5	0.7	3.1	2.7	11.9	5.6	6.7	5.1	60.7	
10	12.0	0.7	2.6	4.4	6.5	5.2	10.2	0.4	4.5	12.1	4.5	1.0	1.0	7.1	2.7	3.2	2.3	20.4	
(b) Experiment 2		Aminosäurereste (pmol)																	
1	110.0	10.0	4.0	3.1	10.0	14.5	55.7	0.2	60.3	44.4	10.0	0.2	37.5	20.3	27.1	14.0	19.0	10.0	
2	13.4	1.6	2.0	1.9	6.0	11.0	9.0	0.0	31.9	302.7	0.0	26.2	5.0	6.3	4.4	4.5	3.3	26.5	
3	62.4	3.5	5.0	9.1	4.9	10.0	12.6	0.1	35.7	71.5	0.0	24.5	12.0	13.4	0.9	4.0	12.9	19.6	
4	16.9	2.2	4.5	0.9	26.2	7.9	24.2	0.1	6.2	10.3	2.0	2.0	22.1	4.9	5.0	1.0	9.3		
5	22.3	1.6	6.0	0.6	14.3	9.9	21.0	0.0	16.6	15.1	0.2	1.9	4.0	16.3	4.5	5.1	18.3		
6	10.6	1.3	6.6	0.4	6.2	10.1	0.1	20.7	22.1	0.0	1.4	2.7	12.6	3.2	6.1	1.3	39.2		
7	19.2	1.0	4.7	2.5	7.2	9.0	5.6	0.2	22.3	16.1	0.0	1.9	3.9	17.4	1.0	3.5	2.6	21.2	
8	13.4	1.2	3.1	1.3	7.9	6.3	6.9	0.3	4.7	6.7	2.0	0.6	5.1	2.2	4.9	1.6	5.3		
9	5.7	0.5	0.9	0.0	2.9	2.0	2.7	0.2	3.0	11.5	0.4	0.3	0.6	2.0	1.0	1.1	0.4	0.2	
10	2.9	0.6	0.5	1.0	0.9	1.0	0.3	1.6	5.1	0.1	0.3	0.3	0.3	0.0	0.4	0.3	0.2	3.6	

- 25 -

Tabelle 4c

Das HLA-A2.1-restringierte Peptidmotiv (HLA-A*0201)

		Position									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	
Dominante Ankerreste		L		V							
stark		M		E		V		K			
schwach		K									
		I	A	G	I	I	A	E	L		
		L	Y	P	K	L	Y	S			
		F	F	D	Y	T	H				
		K	P	T	N						
		M	M		G						
		Y	S		F						
		V	R		V	H					

Bekannte Epitope

I	L	K	E	P	V	H	G	V		
G	I	L	G	F	V	F	T	L		
I	L	G	F	V	F	T	L	T	V	
F	L	Q	S	R	P	E	P	T		
A	M	Q	M	L	K	E	.	.		
P	I	A	P	G	Q	M	R	E		
Q	M	K	D	C	T	E	R	Q		

Proteinquelle	Literatur- stelle
HIV Reverse Transkriptase	
461-485	43
Influenza Matrixprotein 57-68	44
Influenza Matrixprotein 57-68	44
HIV Gag Protein 446-460	46
HIV Gag Protein 193-203	46
HIV Gag Protein 219-233	46
HIV Gag Protein 418-443	46

- 26 -

Tabelle 5
Das HLA-A*0205-restringierte Peptidmotiv

		Position								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
a)	A*0205									
	Dominante Ankerreste									L
	Andere									
		V	Y	G	V	I	Q	K		
		L	P	E	Y	V				
		I	F	D	L	T				
		Q	I	K	I	L				
		M		N		A				
						R				

Tabelle 6
Das H-2K^k-restringierte Peptidmotiv

		Position							
		1	2	3	4	5	6	7	8
	Dominante Ankerreste				E				I
	Stark					K			
					N				
					Y				
					M				
	Schwach			V	Q	L	A	N	T
				F	I		G	K	
					L		P	H	
					F		T		
					P		V		
					H		F		
					T		S		

- 27 -

Tabelle 7
Das H-2K^b-restringierte Peptidmotiv

		Position							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Dominante Ankerreste		I							
Stark		E K							
Schwach		Q	N	P	A		R		
		G	Q		R		Y		
		P	G		K				
				M					
				P					
				Y					

Beispiel 4

Peptidmotive von HLA-A1, HLA-A3, HLA-A11, HLA-A24, HLA-A31, HLA-A33, HLA-B7, HLA-B8, HLA-B*2702, HLA-B*3501, HLA-B*3503, HLA-B37, HLA-B38, HLA-B*3901, HLA-B*3902, HLA-B*5101, HLA-B*5102, HLA-B*5103, HLA-B*5201, HLA-B58, HLA-B60, HLA-B61, HLA-B62, HLA-B78, HLA-Cw*0301, HLA-Cw*0401, HLA-Cw*0602, HLA-Cw*0702, HLA-Cw4, HLA-Cw6, HLA-Cw7, HLA-DRB1*0101, DRB1*1201, HLA-DR4w14, HLA-DR17, HLA-DRw52, HLA-DPw2, HLA-DPB1*0401, HLA-DQB1*0301, HLA-DQw1, HLA-DR1, HLA-DR3 und HLA-DR5

Die Bestimmung dieser Peptidmotive erfolgte entsprechend den Beispielen 1 bis 3. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 8 bis 24 dargestellt.

Die Peptidmotive HLA-A, B und C sind MHC-Klasse I-Liganden.
 Die Peptidmotive HLA-DR, DQ und DP sind MHC-Klasse II-Liganden.

Bemerkungen zur Epitopvorhersage für HLA-Klasse I-Liganden

Anker: Alle Anker werden in der Regel bei allen natürlichen MHC-Klasse I-Liganden benutzt. Jedoch kommt es auch vor, daß andere als die angegebenen Ankerreste, nämlich solche mit ähnlichen Eigenschaften, benutzt werden (z.B. kann eine hydrophobe Aminosäure durch eine andere hydrophobe ersetzt werden). Die Zahl der Aminosäuren zwischen den Ankern ist in der Regel konstant, jedoch kommt es auch vor, daß ein oder zwei weitere Aminosäuren eingeschoben sind.

Hilfsanker: Diese werden bevorzugt, jedoch nicht obligatorisch, benutzt; sind mehrere Hilfsanker angegeben, wird in der Regel zumindest ein Teil davon benutzt.

Bei der Epitopvorhersage bezüglich einer Proteinsequenz wird man zweckmäßigerweise folgendermaßen vorgehen:

Die Proteinsequenz wird nach Ankerresten im richtigen Abstand abgesucht. Die so gefundenen Teilsequenzen (Liganden-Kandidaten) werden auf das Vorhandensein von Hilfsankerresten an der richtigen Position geprüft, was die Zahl der Ligandenkandidaten einengt. Aus den verbliebenen Kandidaten werden die ausgewählt, die noch weitere der bevorzugten Aminosäurereste enthalten.

Bemerkungen zur Epitopvorhersage für HLA-Klasse II-Liganden

Anker: Die HLA-Klasse II-Motive weisen 3 oder 4 Anker auf. Die einzelnen Liganden benutzen jedoch oft nur 2 dieser Anker. Vermutlich benutzen die besonders stark bindenden Liganden alle Anker, und vermutlich können fehlende Ankerreste durch Übereinstimmung in anderen bevorzugten Resten kompensiert werden.

- 29 -

Um dies zu verdeutlichen, sind b i d n Ligandenbeispielen die passenden Ankerreste doppelt, die anderen bevorzugten Reste einfach unterstrichen.

Die allel-spezifischen Motive in den Tabellen 39 - 47 sind in relativen Positionen (Erster Anker = Relative Position 1) angegeben, da die Zahl der Aminosäurerreste zwischen N-Terminus und erstem Anker bei Klasse II-Liganden variabel ist (im Gegensatz zu Klasse I-Liganden). In den Tabellen 48 - 50 sind die Motive in den absoluten Positionen angegeben.

Die Vorgehensweise bei der Epitop-Vorhersage innerhalb einer Proteinsequenz wird ähnlich sein wie bei Klasse I, nur daß von vornherein die Sequenz nach Übereinstimmung mit mindestens 2 Ankerresten (davon einer Anker 1) abgesucht wird. Werden auf diese Weise mehrere Ligandenkandidaten erhalten, werden zur weiteren Einengung die anderen bevorzugten Reste verglichen und schließlich auf Übereinstimmung mit dem (nicht allel-spezifischen) Prozessierungsmotiv (Protein aus absoluter Position 2 bzw. 12 bis 16) geprüft.

In der absoluten Position 2 der untersuchten HLA-Klasse II-Liganden findet sich ein sehr starkes Pro-Signal. Weitere Pro-Signale finden sich im Bereich des C-Terminus. Diese Pro-Signale scheinen ein bevorzugtes Merkmal von natürlichen Klasse II-Liganden zu sein. Das Prozessierungsmotiv für HLA-Klasse II-Liganden ist daher wie folgt:

absolute Postion																
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	P										P	P	P	P	P	

In den Tabellen 39 - 47 liegt der erste Anker im allgemeinen im Bereich der absoluten Positionen 3 - 5 oder 4 - 6.

Der obere Teil von Figur 2 zeigt einen vereinfachten Vergleich von Klasse II- und Klasse I-Liganden. Klasse II-Liganden (links) sind in der MHC-Spalte durch allel-spezifische Taschen verankert. Beide Enden der Spalte sind offen, d.h. die Liganden (12 - 25 Reste, durchschnittlich 15 - 16 Reste) können heraushängen. Der zweite Rest nach dem N-Terminus ist häufig Pro, vermutlich als Ergebnis einer Aminopeptidaseaktivität. Wie aus Figur 2 hervorgeht, ist dieser Pro-Rest nicht an der Bindung mit der MHC-Spalte beteiligt. D.h., ein synthetisches, MHC II-bindendes Peptidmotiv muß den Pro-Rest nicht enthalten, sondern es beginnt vorzugsweise erst mit dem ersten Ankerrest. Der Abstand zwischen den N-Termini und dem ersten Anker ist 5 ± 1 Reste für die Mehrzahl der Liganden. Der Abstand zwischen dem letzten Anker und dem C-Terminus ist nicht konstant. Die Hauptunterschiede zu Liganden der Klasse I (rechts) sind die feste Bindung der Peptidtermini innerhalb der Spalte und die besser definierte Länge der Liganden.

Der untere Teil von Figur 2 zeigt die hypothetische Bindung von Klasse II-Liganden an ihren Rezeptor. Der Ligand ist als Peptidrückgrat in einer langgestreckten Orientierung dargestellt. Der erste hydrophobe Anker ist am α-Ende der Spalte und der letzte am entgegengesetzten Ende. Der zweite Anker ist etwa in der Mitte, wo sich α- und β-Domänen treffen. Somit stimmt der Abstand zwischen dem ersten und dem letzten Anker mit der Länge der Spalte überein. Die relativ konservierten Charakteristiken des ersten Ankers (hydrophob/aromatisch) den unterschiedlichen Allelen können das Fehlen eines verstärkten Polymorphismus in den DNA-Genen wiederspiegeln, während der zweite und der letzte Anker dem Einfluß der polymorphen β-Ketten ausgesetzt sind.

- 31 -

Tabelle 8:

HLA-A1-Motiv

Ankerreste

Position

1 2 3 4 5 6 7 8 9

T D L Y
S E

bzw. Hilfsankerreste

L P G G
G N V
I Y Isonstige
bevorzugte ResteBeispiele
für LigandenA T D F K F A M Y
I A D M G H L K Y
M I E P R T L Q Y
Y T S D Y F I S Y
L T D P G V L D Y

Tabelle 9:

HLA-A3-Motiv

Position

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Ankerreste

L I I K K
V M L Y
M F M F
V F
T
L

bzw. Hilfsankerreste

I F I Q
Y P S
V T
K Ksonstige
bevorzugte Reste

- 32 -

HLA-A11-Motiv

Tabelle 10:

	Position										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ankerreste bzw. Hilfsankerreste	V	M								K	K
	I	L									
	F	F									
	Y	Y									
	T	I									
		A									
sonstige bevorzugte Reste	A	N	P	P	I	L	R	R	R	R	
	D	G	I	V	I	K				D	
	E	D	F	M	Y	N					
	Q	E	V		V	E					
		K	M		F	Q					

Beispiele
für Liganden

A	V	M	K	P	E	A	E	K	R	K
A	V	I	L	P	P	L	S	P	Y	F

Tabelle 11:

HLA-A24-Motiv

Ankerreste

1 2 3 4 5 6 7 8 9

bzw. Hilfsankerreste

Y	I	F	I
	V		L
		F	

sonstige
bevorzugte Reste

N	D	Q	E
E	P	N	K
L			
M			
P			
G			

- 33 -

Tabelle 12:

HLA-A31-Motiv

		Position								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ankerreste bzw. Hilfsankerreste		L		L		R				
		V			F					
		Y			V					
		F			I					
					T					
sonstige bevorzugte Reste		K	T	K	P	P	N	N	L	
		Q	N	D	I	D	V	R		
			F	E	E	V	E	N		
			L	G	F	R	F	Q		
			Y	S	L	T				
			W	V	Y	H				
			T	W		L				
						Y				
Beispiele für Liganden		L	Q	F	P	V	G	R	V	H
		Q	Q	L	Y	W	S	H	P	R
		R	G	Y	R	P	R	F	R	R
		K	V	F	G	P	I	H	E	R
		K	I	M	K	W	N	Y	E	R

Tabelle 13:

HLA-A33-Motiv

	Position								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ankerreste bzw. Hilfsankerreste	A							R	
	I								
	L								
	F								
	Y								
	V								
besonders bevorzugte Reste	T	L	P	P	I				
		K			L				
					F				
sonstige bevorzugte Reste	E	Q	R	R	R	H	Q		
	M	W	D	I	D	Y	N		
		E	E	F	H	V	E		
		N	G	P	Y	T	M		
		S	V	S					
		H	L						
		P	W						
Beispiele für Liganden	D	M	A	A	Q	I	T	Q	R
	E	S	G	P	S	I	V	H	R
	E	Y	Y	G	S	F	V	T	R
	D	Y	I	H	I	R	I	Q	Q
	E	I	M	K	W	N	R	R	
	E	V	L	D	I	F	Q	D	R

- 35 -

Tabelle 14:

HLA-B7-Motiv

Position

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ankerreste

P L
Fsonstige
bevorzugte Reste

A	D	D	D	F	L
H	E	E	P	T	V
S	Q	G	I	R	
	K	H	V	L	
	Y	L		I	
	F	K			
	M	S			
	N	T			
	A	P			

Tabelle 15:

HLA-B8-Motiv

Position

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ankerreste

K K L
Rbesonders
bevorzugte Reste

G	E	N	E	E
L	Q	Q	H	Q
I		H	M	H
		I	S	
		L		
		Y		
		V		

sonstige
bevorzugte Reste

D	E	N	L	I
H	M	D	V	
L	S	Q	D	
S	T	S	T	
T	F	T		
R		Y		
G				
K				

- 36 -

Tabelle 16:

HLA-B*2702-Motiv

Position								
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ankerreste

R	F
	Y
	I
	L
	W

sonstige
bevorzugte Reste

K	F	G	I	I	Y	K
	L	P	K	V	L	V
	X	K	E	Y	V	D
		D	V	R	T	E
		E	M	D	F	R
		Q	T	H		
		T		E		
		S		Q		

Beispiele
für Liganden

S	R	D	K	T	I	I	M	W	
G	R	L	T	K	H	T	K	F	
R	R	F	V	N	V	V	P	T	F
K	R	Y	K	S	I	V	K	Y	
K	R	K	K	A	Y	A	D	F	
K	R	G	I	L	T	L	K	Y	
G	R	F	G	V	G	N	R	Y	
G	R	F	K	L	I	V	L	Y	

- 37 -

Tabelle 17:

HLA-B*3501-MotivAnkerreste
bzw. Hilfsankerreste

Position
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

P	Y Y
	F F
	MM
	LL
	II

sonstige
bevorzugte Reste

MAI	KDI	VE
VLD	IQN	Q
YFE	VKE	V
RVG	TVQ	T
DMP	EEL	T
E	GMK	
T	L	
Y	M	
N		

Tabelle 18:

HLA-B*3503-MotivAnkerreste
bzw. Hilfsankerreste

Position
1 2 3 4 5 6 7 8 9

P	L
	M

sonstige
bevorzugte Reste

AI	E	G	D	Q	Q	F
DL	K	V	E	N	R	
MN	H	V	T			
VH	I					
R						

- 38 -

Tabelle 19:

HLA-B37-Motiv

Position								
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ankerreste
bzw. Hilfsankerreste

D	V	F I
E	I	M L
	A	L
	M	

sonstige
bevorzugte Reste

K H	T	Q T
Q P	R	K E
G	D	Y N
S	G	L D
L	H	Q
		G
		H

Tabelle 20:

HLA-B38-Motiv

Position								
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ankerreste

F
L

sonstige
bevorzugte Reste

I	H	I	G	M	V	Y	K	I
F	A	E	T	I	V	Y		
P	D	P	V	T	N	N		
W	E	L	A	K	R			
Y	S	V	E	R	T			
N		G	N					
M		L	H					
V		K						
S								

Beispiele
für Liganden

E	H	A	G	V	I	S	V	L
T	H	D	E	L	E	D	K	L
Q	Y	D	E	A	V	A	Q	F
Y	P	D	P	A	N	G	K	F

- 39 -

HLA-B*3901-Motiv

Tabelle 21:

Position								
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ankerreste
bzw. Hilfsankerreste

R	I	L
H	V	
	L	

sonstige
bevorzugte Reste

A	D	V	N	N	S
D	E	Y		Y	K
I	G	I	F	R	
L	P	L		E	
F	K	F			T
V		T			
M		G			
S		K			
T		N			
Y		P			

Tabelle 22:

HLA-B*3902-Motiv

Position								
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ankerreste
bzw. Hilfsankerreste

K	I	L
Q	L	
	F	
	V	

sonstige
bevorzugte Reste

K	A	G	N	V	V	T	F
A	I	P	E	Y	L	S	M
	F				G	T	R
	V				P	H	Y
	N				Q	F	N
	L				S	I	D
	T				T	M	H
	Y					P	
	E						R
	H						
	S						

- 40 -

Tabelle 23:

HLA-B*5101-Motiv

Position								
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ankerreste
bzw. Hilfsankerreste

A		F	
P		I	
G			

sonstige
bevorzugte Reste

I	W	I	G	V	N	K	T	W
L	F	L	V	T	I	Q		M
V								V
Y		F	K	A	K	E		
		W	E	I	Q			
		Y	D	S				
		V						
		E						
		H						
		D						
		R						
		N						

Beispiele
für Liganden

Y	P	F	K	P	P	K	V
D	A	H	I	Y	L	N	H
T	G	Y	L	N	T	V	T
X	A	Y	A	L	N	H	T

- 41 -

HLA-B*5102-Motiv

Tabelle 24:

	Position								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ankerreste	P	Y						I	
bzw. Hilfsankerreste	A							V	
	G								

sonstige

bevorzugte Reste

F G V I R T
 V E Q N E R
 L K N Q Q Y
 I L G T K
 T T
 Q
 R
 N
 H

Tabelle 25:

HLA-B*5103-MotivAnkerreste
oder Hilfsankerreste

Position						
1	2	3	4	5	6	7
A	Y					V
P						M
G						

sonstige
bevorzugte Reste

F F E G I
 W D L A K
 L N V T
 R N
 G Q
 Q M
 T R
 V

- 42 -

Tabelle 26:

HLA-B*5201-Motiv

Position							
1	2	3	4	5	6	7	8

Ankerreste
bzw. Hilfsankerreste

Q	F	L	I
Y	I		V
W	V		

sonstige
bevorzugte Reste

V	M	I	L	M	K	K
L	F	L	I	F	N	E
I	P	P	V	A	L	Q
	D	P	T	T	Y	
	K	K	G	S		
	E					
	A					

Beispiele
für Liganden

T	G	Y	L	N	T	V	T	V
V	Q	T	I	M	P	Q	L	

- 43 -

Tabelle 27:

HLA-B58-Motiv

Ankerreste
bzw. Hilfsankerreste

Position
1 2 3 4 5 6 7 8 9

A	P	V		F				
S	E	I						W
T		K	L					
				M				
					F			

sonstige
bevorzugte Reste

K	G	G	D	A	I	L	N	Y
R		T	Q	D	V	Y	R	
I		I		R	N	L	M	K
			L		T	F	N	T
		V				Y		
		F				W		
		Y				Q		
		N						
		Q						

Beispiele
für Liganden

K	A	G	Q	V	V	T	I	W
A	G	D	R	T	F	Q	K	W

- 44 -

Tabelle 28:

HLA-B60-Motiv

Position

1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ankerreste
bzw. HilfsankerresteE I L
Vsonstige
bevorzugte ResteA P L K L K
V K I N Y R
I D V P M Q
L G D V
M N T I
F Q N D
S T P R
D G Q
N K
QBeispiele
für LigandenK E S T L H L
H E A T L R
Y E I H D G M N L

- 45 -

Tabelle 29:

HLA-B61-Motiv

Position
 1 2 3 4 5 6 7 8

Hilfsankerreste

E	F		I
I		L	
L		F	
V		V	
Y			
W			

sonstige

bevorzugte Reste

P	M	E	V	N	Y	K	A
T	G	I		V	S	P	
P	L		L				
S	M		W				
N	D		I				
D	G		T				
K	V		R				
A	F		D				
R	N		Q				
N	S		G				
Q	K						

Beispiele
für Liganden

G	E	F	G	G	F	G	S	V
E	E	F	Q	F	I	K	K	A
G	E	F	V	D	L	Y	V	

- 46 -

HLA-B62-Motiv

Tabelle 30:

Position
 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ankerreste
 oder Hilfsankerreste

Q I F
 L V Y

sonstige
 bevorzugte Reste

I M K P G V V Y
 V A E L T T V
 N G F G L T
 F D T I I
 P
 Y
 H
 R

Beispiele
 für Liganden

V L K P G M V V T F
 Y L G E F S I T Y

Tabelle 31:

HLA-B78-Motiv

Position
 1 2 3 4 5 6 7 8

Ankerreste
 bzw. Hilfsankerreste

P I A
 A L
 G F
 V

sonstige
 bevorzugte Reste

Y E D A K
 D D G V S
 W G V N
 L N K
 V R Q
 S Q E
 Q S
 R T
 N

- 47 -

Tabelle 32:

Cw*0301-Motiv

Position								
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ankerreste
bzw. Hilfsankerreste

V	P	F		L
I		Y		F
Y				M
L				I
M				

sonstige
bevorzugte Reste

R	E	R	N	M	Q	T
N				K		
				S		
				M		

Tabelle 33:

HLA-Cw*0401-Motiv

Position								
1	2	3	4	5	6	7	8	9

Ankerreste
bzw. Hilfsankerreste

Y		V		L
F		I		F
		L		M

sonstige
bevorzugte Reste

P	D	D	A	X		K
H	E	H		A	S	
P	M			X	H	
X	T				K	
R						

- 48 -

Tabelle 34:

HLA-Cw*0602-Motiv

Ankerreste
bzw. Hilfsankerreste

Position
1 2 3 4 5 6 7 8 9

I	V	L
L	I	I
F	L	V
M		Y

sonstige
bevorzugte Reste

I	P	P	P	K	A	Y
F	R	I	E		T	K
K	G	D		S	Q	Q
Y	F	Q		N	N	
	Y	L			R	
		K			G	
		N			T	
		A			S	
					K	

Beispiele
für Liganden

Y	Q	F	T	G	I	K	Y
V	R	H	D	G	G	N	V
F	A	F	P	L	I	Q	R
X	Q	R	T	P	K	A	G
						L	Y

- 49 -

Tabelle 35:

HLA-Cw*0702-Motiv

		Position								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Ankerreste										
bzw. Hilfsankerreste										
		Y		V	V					Y
				Y	I					F
				I	L					L
				L	M					
				F						
				M						

sonstige	R	P	D	T	A	Y	E
bevorzugte Reste	D	G	E		R	M	A
	A	V			N	F	
	Q			R	D		
	P			V	K		
	S			F			
	G			E			

Beispiele
für Liganden

K	Y	F	D	E	H	Y	E	Y		
R	Y	R	P	G	T	V	A	L		
N	K	A	D	V	I	L	K	Y		
I	Y	P	Q	N	V	I	L	Y		
I	R	K	P	Y	I	W	E	Y		
N	Y	G	G	G	N	Y	G	S	S	Y
F	Y	P	P	Y	L	Y				

- 50 -

Tabelle 36:

HLA-Cw4-Motiv

- 51 -

Tabelle 37:

HLA-Cw8-Motiv

	Position								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Anker									
					L				
					I				
					M				
					V				
stark				P	D	I	V	R	K
				I	E	M	I	N	F
				F	P	F	Q	Y	
				Y	N			E	
				N					
				D					
schwach				I	P	G	G	L	A
				x	R		V	T	K
				K		T			
						G			

Tabelle 38:

HLA-Cw7-Motiv

	Position								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Anker		Y				L			
						F			
						Y			
							m		
stark			P	D	Y	Y			
			F	E	K	I			
			P			V			
schwach	P	N	I	T	M	A			
	F	G	F	A	F	E			
	R	V		Y	k				
	A		V	s					
	M	D							

Demnach haben HLA- Cw4-, Cw6- und Cw7-Liganden folgende Eigenschaften:

- 1.) Überwiegende Länge von 9 Aminosäuren (längere und kürzere Peptide können vorkommen)
- 2.) Überwiegend aromatische Reste F oder Y an Position 2
- 3.) Überwiegend hydrophobe Reste V, I, L, F, A an Position 6 ("Hilfsanker")
- 4.) Hydrophobe Reste L, F, Y, M, V am C-Terminus

Individuelle Unterschiede der Liganden-Spezifität von Cw4, Cw6, und Cw7 gehen aus den Tabellen hervor.

Tabelle 39:

HLA-DRB1*0101-Motiv

Relative Position

-10 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Ankerreste

Y	L	L
V	A	A
L	I	I
F	V	V
I	M	N
A	N	F
M		Y
W		

bevorzugte Reste,
polar oder geladen

K	K	E	H	H	K
Q	D	Q	R	R	R
E	E	D	D	D	Q
N	R	H	Q	Q	D
D	H	R			
R					
H					

bevorzugte
kleine Reste

A	A	S	A	S	S
T	S	T	G	T	T
P	P	S	P		
		T			
		P			

Tabelle 40:

HLA-DRB1*1201-Motiv

Relative Position
 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Ankerreste

I	L	V	Y
L	M	Y	F
F	N	F	M
Y	V	I	I
V	A	N	V
			A

bevorzugte Reste,
 polar oder geladen

N	K	K	R	D
K	Q	E	K	R
E	E	Q	H	H
D	R	R	Q	E
	H	H	D	K
	D			

bevorzugte
 kleine Reste

A	GAA	A	A
T	PGG	G	G
	STP	S	S
	TP		T
P		S	
		P	

Beispiele
 für Liganden

S	S	V	I	T	L	N	T	N	V	G	L	Y	X	Q	T		
				I	K	L	N	E	S	Y	V	P					
G	P	D	G	R	L	L	R	G	Y	D	Q	F	A	Y	D	G	K
S	D	E	K	I	R	M	N	R	V	V	R	N	N	L	R		
I	N	Q	K	G	L	S	G	L	Q	P	L	R	F	L			
	E	A	L	I	H	O	L	K	I	N	P	Y	V	L	S		

- 55 -

Tabelle 41:

HLA-DR4w14-Motiv

Relative Position
 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Ankerreste

I	F	I
L	Y	V
M	I	L
V	V	M
Y	L	Y
F	M	A

bevorzugte Reste,
 polar oder geladen

H	K	Q D D
Q	R	N H H
N	Q	E Q Q
E	N	D N N
D	H	
Q		
R		

bevorzugte
 kleine Reste

A	G T A
	T S

Beispiele
 für Liganden

G S A S M R Y F H T A M S R P G R G E F
 V D D T Q F V R F D S D A A S Q R M E P
 Y D N S L K I I S N A S X T T N

		Relative Position												
		-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Ankerreste bzw. Hilfsankerreste		L	D	K	L	Y	F	F	L	Y	F	F	L	Y
		I	R	E	R	L	Y	F	I	R	L	Y	R	F
		F	Y	M	V	Q	N	N	A	D	A	D	I	N
		Y	M	V	N	P	E	Q	R					
		M	V	N	P	E	Q	R						
		V	N	P	E	Q	R							
		N	P	E	Q	R								
		P	E	Q	R									
		E	Q	R										
		Q	R											
		R												
sonstige Übervorzügliche Reste														
Beispiele für Liganden		I	S	N	Q	L	T	K	N	S	H	K	L	A
		V	D	T	F	L	E	V	K	V	A	S	D	
		P	R	A	I	E	P	D	P	R	M	F		
		K	K	Q	T	I	M	E	K	E	I	D	V	
		Y	Y	P	D	F	P	D	P	K	D	R	E	
		N	N	I	Q	E	I	N	D	E	R	A	D	I
		L	L	L	S	F	S	R	D	L	G			
		D	N	X	F	N	P	V	P	L				
		I	X	D	N	X	F	N	P	L				

Tabelle 43:

HLA-DRw52-Motiv

Relative Position

-10 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Ankerreste

F I L Y M A N L V I Y A L Y I V

sonstige bevorzugte Reste

E	A	AA	A	T	E
K	T		E	G	K
Q			R	K	Q
N					N

Beispiele für Liganden

S L Q F G Y N T G V I N A P Q
S S V I I L N T N V G L Y X Q S
N F E E R N K A I K V I
V T R Y I Y N R E E Y A R F
V V A P E M A N I P L L Y

Tabelle 44:

HLA-DPw2-Motiv

Relative Position
 -1 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ankerreste

F	F	I
L	L	A
M	M	M
V	Y	V
W		
Y		

bevorzugte Reste,
 polar oder geladen

R	D	N	N
N	H	D	Q
Q	Q	H	H
H	R	K	R
K			
E			

bevorzugte
 kleine Reste

S	S
A	T
T	A

Beispiele
 für Liganden

L F R K E H Y L P F L P S T E D V
 L P R E D H I F R K E H Y L P F L P S
 V T N K E P I Q L F H T I G V E
 A D E K K F W G K Y L Y E I A R R H P
 D S F K I Q T K E F Q V L K S L G
 G E P L S Y T R F S L A R Q V D G

HLA-DQ_{B1}*0301-Motiv

Tabelle 45

Ankercess'c

bevorzugte Reste,
polar oder geladen

bcvorzugte
klinische Rezidive

Beispiele für Liganden

Relative Position										Relative Position															
-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	-1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
F	Y	I	M	L	V	L	I	M	L	V	I	F	H	N	K	E	K	N	H	Q	E	K	H	D	
F	Y	I	M	L	V	L	I	M	L	V	I	F	H	N	K	R	R	N	K	Q	N	K	R		
A	C	T	S	P	A	C	T	S	S	P	A	A	A	S	P	T	S	T	T	S	P	A			
A	C	T	S	P	A	C	T	S	S	P	A	A	A	S	P	T	S	T	T	S	P	A			
B	E	V	M	R	M	Y	L	Y	M	R	A	V	A	Q	P	L	P	L	K	M	Q	A			

- 60 -

Tabelle 46:

HLA-DPB1*0401-Motiv

Relative Position
 -10 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Ankerreste

F	F	V
L	L	Y
Y	Y	I
M	M	A
I	V	L
V	I	
A	A	

bevorzugte Reste,
 polar oder geladen

K	N	
R	K	
E	E	
N		
Q		

bevorzugte
 kleine Reste

A		
V		

Beispiele
 für Liganden

X K K Y F A A T Q E E P Y N N
 G P G A P A D V Q Y D L Y L N V A N R R

- 61 -

Tabelle 47:

HLA-DQw1-Motiv

Relative Position
 -10 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Ankerreste

L	F	L
F	Y	I
N	V	W
		V

sonstige
 bevorzugte Reste

E	A	P
R	E	
T	G	
	H	
	N	
	Q	
	R	
	S	
	T	

D I L R S Y Y A D W Y Q Q K P G
 E K T I L D I D R F E P L

Tabelle 48a:

HLA-DR1-Motiv

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

sehr stark

8

Stark

E	D	F	R	L	R	N	M	T
F	T	H	M	N	P		D	
Y	I	S	G				P	
	K		K					
			V					

schwach

G D P Q D N a S M Q R A K F E
G t Y G M q T a M Q l A Q
i N A I S v Q s a I
N I N a a t a l T
L E l g l v
K G v v
M L e
F x
D S
E
O

- 63 -

Tabelle 48b:

Interpretation:

HLA-DR1-Motiv

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

P

E	N	D		M	M	M
D	K	Q		A	A	
N	D	N		L		
E	E					
Q						

I	F	F	I
L	V	V	M
M	A	I	A
F	L	A	V
M	L		
V			

Demnach haben natürliche DR1-Liganden folgende Eigenschaften:

- 1.) Länge überwiegend mehr als 11 Aminosäuren (ist bereits bekannt)
- 2.) Überwiegend P an zweiter Position
- 3.) Polare/geladene Reste E, D, K, N, K, Q an Position 2, 3 oder 4
- 4.) Hydrophobe Reste I, L, M, F, A an Position 3, 4, 5 oder 6
- 5.) Hydrophobe Reste M, A oder L an Position 9, 10 oder 11

Tabelle 49a:

HLA-DR3-Motiv

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

Sehr stark

2

stark

- 65 -

Tabelle 49b:

Interpretation:

HLA-DR3-Motiv

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

P

L	F	L		L	Y	F	F
F	L	I		F	L	L	Y
I	I	Y		A			Y
Y	F						
M							
A							

D	D	D	D	Q	D
R	Q	K	K	K	
E		Q	Q	R	R
Q			R	E	E
			H		N
					H

Demnach haben natürliche DR3-Liganden folgende Eigenschaften:

- 1.) wie bei DR1
- 2.) wie bei DR1
- 3.) Hydrophobe Reste L, F, I, Y, M, A an Position 3,4 oder 5
- 4.) Polare/geladene Reste an Position 4, 5, 6, 7, 8 oder 9
- 5.) Hydrophobe Reste L, F, A, Y an Position 11, 12 oder 13

Tabelle 50a:

HLA-DR5-Motiv

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17

Sehr stark

3

stark

N D N R R R R P N R m D A i
g N D I N N N i D E Q M P
E E L Q L L v E q Y Y
L G F L A d A M z F
T I t K q E Y V
Y L Y A M G V P
H K V H v h p
V M a M k q
F n S a
Y K x
V H
H

- 67 -

Tabelle 50b:

Interpretation:
HLA-DR5-Motiv

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20

P

N	D	D	R	R	R	R	N	R
E	E	K	N	N	N	N	D	E
N	N	n	Q	q	d	d	E	Q
H	K		K				Q	
H			H					

L	L	L	L	L	L
Y	Y	Y	M		
I	I				
M	V				
F	F				
V					

Demnach haben natürliche DR5-Liganden folgende Eigenschaften:

- 1.) wie DR1
- 2.) wie DR1
- 3.) Polare/überwiegend negativ geladene Reste N, D, E, H, K an Position 2, 3 oder 4
- 4.) Polare/überwiegend positiv geladene Reste R, K, N, Q an Position 5, 6, 7 oder 8
- 5.) Hydrophobe Reste L, Y, V, I, M, F, A an Position 3, 4 oder 5 sowie an 5, 6 oder 7
- 6.) Polare/geladene Reste N, D, E, H, R, Q an Position 10, 11 oder 12

Literaturstellen

1. Zinkernagel, R.M. & Doherty, P.C., *Nature* 248, 701-702 (1974).
2. Townsend, A.R. et al., *Cell* 44, 959-968 (1986).
3. Bjorkman, P.J. et al., *Nature* 329, 512-518 (1987).
4. Rötzschke, O. et al., *Nature* 348, 252-254 (1990).
5. VanBleck, G.M. & Nathenson, S.G., *Nature* 348, 213-216 (1990).
6. Garrett, T.P.J., Saper, M.A., Bjorkman, P.J., Strominger, J.L. & Wiley, D.C., *Nature* 343, 692-696 (1989).
7. Rötzschke, O., Falk, K., Wallny, H.-J., Faath, S. & Rammensee, H.-G., *Science* 249, 283-287 (1990).
8. Falk, K., Rötzschke, O. & Rammensee, H.-G., *Nature* 348, 248-251 (1990).
9. Shimorkevitz, R., Kappler, J., Marrack, P. & Grey H., *J.exp.Med.* 158, 303-316 (1983).
10. Demotz, S., Grey, H.M., Appella, E. & Sette, A., *Nature* 343, 682-684 (1989).
11. Bjorkman, P.J. et al., *Nature* 329, 506-512 (1987).
12. DeLisi, C. & Berzolsky, J.A., *Proc.natn.Acad.Sci.USA* 82, 7048-7052 (1985).
13. Rothbard, J.B. & Taylor, W.R., *EMBO J.* 7, 93-100 (1988).
14. Cornette, J.L., Margalit, H., DeLisi, C. & Berzolsky, J.A., *Meth.Enzym* 178, 611-633 (1989).
15. Sette, A. et al., *Proc.natn.Acad.Sci.USA* 86, 3296-3300 (1989).
16. Maryanski, J.L., Verdini, A.S., Weber, P.C., Salemme, F.R. & Corradin, G., *Cell* 60, 63-72 (1990).
17. Bastin, J., Rothbard, J. Davey, J. Jones, I. & Townsend, A., *J.exp.Med.* 165, 1508-1523 (1987).
18. Bjorkman, P.J. & Davis, M.M., *Cold Spring Harb.Symp. quant.Biol.* 54, 365-374 (1989).
19. Boulliot, M. et al., *Nature* 339, 473-475 (1989).
20. Frelinger, J.A., Gotch, F.M., Zweerink, H., Wain, E. & McMichael, A.J., *J.exp.Med.* 172, 827-834 (1990).
21. Schild, H., Rötzschke, O., Kalbacher, H. & Rammensee, H.-G., *Science* 247, 1587-1589 (1990).
22. Townsend, A. et al., *Nature* 340, 443-448 (1989).
23. Elliott, T., Townsend, A. & Cerundolo, V., *Nature* 348, 195-197 (1990).
24. Cerundolo, V. et al., *Nature* 345, 449-452 (1990).
25. Rüschi, E., Kuon, W. & Hämmerling, G., *J.Trans.Proc.* 15, 2093-2096 (1983).
26. Lembke, H., Hämmerling, G.J. & Hämmerling U., *Immunol.Rev.* 47, 175-206 (1979).
27. Ozato, K. & Sachs, D.H., *J.Immun.* 126, 317-321 (1981).
28. Parham, P. & Brodsky, F.M., *Hum.Immun.* 3, 277-299 (1981).
29. Taylor, P.M., Davey, J., Howland, K., Rothbard, J.B. & Askonas, B.A., *Immunogenetics* 26, 267-272 (1987).

30. Braciale, T.J. et al., *J.exp.Med.* 166, 678-692 (1987).
31. Braciale, T.J., Sweetser, M.T., Morrison, L.A., Kittlesen, D.J. & Braciale, V.L., *Proc.natn.Acad.Sci.USA* 86, 277-281 (1989).
32. Kuwano, K., Braciale, T.J. & Ennis, F.A., *FASEB J.* 2, 2221 (1988).
33. Maryanski, J.L., Pala, P., Cerottini, J.C. & Corradin, G.J., *J.Exp.Med.* 167, 1391-1405 (1988).
34. Maryanski, J.L., Pala, P., Corradin, G., Jordan, B.R. & Cerottini, J.C., *Nature* 324, 578-579 (1986).
35. Sibille, C. et al., *J.exp.Med.* 172, 35-45 (1990).
36. Romero, P. et al., *Nature* 341, 323-326 (1989).
37. Weiss, W.R. et al., *J.exp.Med.* 171, 763-773 (1990).
38. Kast, W.M. et al., *Cell* 59, 603-614 (1989).
39. Oldstone, M.B.A., Whitton, J.L., Lewicki, H. & Tishon, A., *J.exp.Med.* 168, 559-570 (1988).
40. Tevethia, S.S. et al., *J.Virol.* 64, 1192-1200 (1990).
41. Carbone, F.R. & Bevan, M.J., *J.exp.Med.* 169, 603-612 (1989).
42. Schumacher, T.N.M. et al., *Cell* 62, 563-567 (1990).
43. Walker, B.D. et al., *Proc.natn.Acad.Sci.USA* 86, 9514-9518 (1989).
44. Gotch, F., McMichael, A. & Rothbard, J., *J.exp.Med.* 168, 2045-2057 (1988).
45. Santos-Aguado, J., Commins, M.A.V., Mentzer, S.J., Burakoff, S.J. & Strominger, J.L., *Proc.natn.Acad.Sci.USA* 86, 8936-8940 (1989).
46. Clavene, J.M. et al., *Eur.J.Immun.* 18, 1547-1553 (1988).
47. Falk, K. et al., *J.exp.Med.* A4, 425-434 (1991).

P a t n a n s p r ü c h e

1. Verfahren zur Bestimmung von allelspezifischen Peptidmotiven auf Molekülen des Major Histocompatibility Complex (MHC) der Klassen I oder II, wobei man
 - (a) durch Zellaufschluß von Zellen, die MHC-Moleküle enthalten, einen Zellextrakt erzeugt,
 - (b) MHC-Moleküle mit den darauf befindlichen Peptidmischungen durch Immunpräzipitation aus dem Zellextrakt abtrennt,
 - (c) die Peptidmischungen von MHC-Molekülen und sonstigen Proteinbestandteilen abtrennt,
 - (d) einzelne Peptide oder/und ein Gemisch davon sequenziert, und
 - (e) aus den erhaltenen Informationen, insbesondere aus der Sequenzierung eines Gemisches, oder aus der Sequenzierung einer Reihe von Einzelpeptiden, das allelspezifische Peptidmotiv ableitet,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß man Peptidmotive auf Molekülen bestimmt, die aus der Gruppe, bestehend aus HLA-A1, HLA-A3, HLA-A11, HLA-A24, HLA-A31, HLA-A33, HLA-B7, HLA-B8, HLA-B*2702, HLA-B*3501, HLA-B*3503, HLA-B37, HLA-B38, HLA-B*3901, HLA-B*3902, HLA-B*5101, HLA-B*5102, HLA-B*5103, HLA-B*5201, HLA-B58, HLA-B60, HLA-B61, HLA-B62, HLA-B78, HLA-Cw*0301, HLA-Cw*0401, HLA-Cw*0602, HLA-Cw*0702, HLA-Cw4, HLA-Cw6, HLA-Cw7, HLA-DRB1*0101, DRB1*1201, HLA-DR4w14, HLA-DR17, HLA-DRw52, HLA-DPw2, HLA-DPB1*0401, HLA-DQB1*0301, HLA-DQw1, HLA-DR1, HLA-DR3 und HLA-DR5 ausgewählt sind.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß man für die Immunpräzipitation Antikörper verwendet, die für MHC-Moleküle spezifisch sind.

3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
daß man Festphasen-gebundene Antikörper verwendet.
4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Abtrennung der Peptidmischungen von MHC-Molekülen und sonstigen Proteinbestandteilen chromatographisch erfolgt.
5. Verfahren nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Abtrennung über Reverse Phase-HPLC erfolgt.
6. Verfahren nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Abtrennung in einem Trifluoressigsäure/H₂O-Tri-
fluoressigsäure/Acetonitril-Gradienten erfolgt.
7. Peptidmotiv, erhältlich durch ein Verfahren nach einem
der Ansprüche 1 bis 6.
8. Verwendung eines Peptidmotivs nach Anspruch 7 bei einem
Verfahren zur Herstellung eines diagnostischen oder
therapeutischen Mittels.
9. Verwendung nach Anspruch 8 für den diagnostischen Nach-
weis von MHC-Molekülen.
10. Verwendung nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß man ein Peptid, das einem Peptidmotiv entspricht,
mit einer Markierungsgruppe, insbesondere einer Biotin-
oder einer Fluoreszenzgruppe koppelt.

- 72 -

11. Verwendung nach Anspruch 9 für die Therapie von Störungen des Immunsystems oder von Tumorerkrankungen.
12. Verwendung nach Anspruch 11 für die Therapie von Autoimmunkrankheiten, Transplantatabstoßungen oder/und Graft-versus-Host-Reaktionen.
13. Verwendung nach Anspruch 8 oder 12, durch gekennzeichnet, daß ein Peptid, das einem Peptidmotiv entspricht, N- oder/und C-terminal mit lipophilen bzw. amphiphilen Gruppen, insbesondere auch lipophilen Peptid-Helices kovalent verküpft wird.
14. Verwendung nach Anspruch 13, durch gekennzeichnet, daß die lipophile bzw. amphiphile Gruppe Tripalmitoyl-S-glycerylcysteinyl-serylserin ist.

Fig. 1a

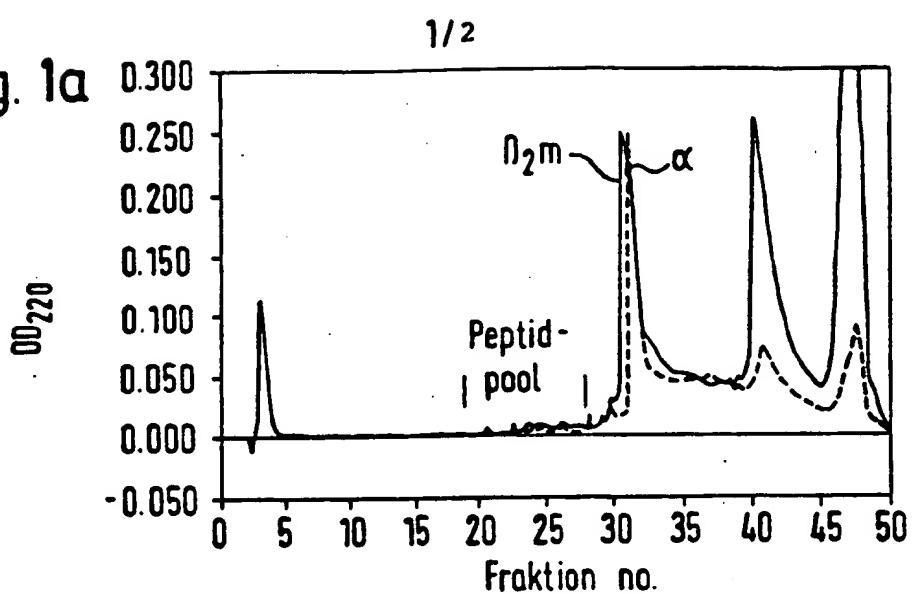


Fig. 1b

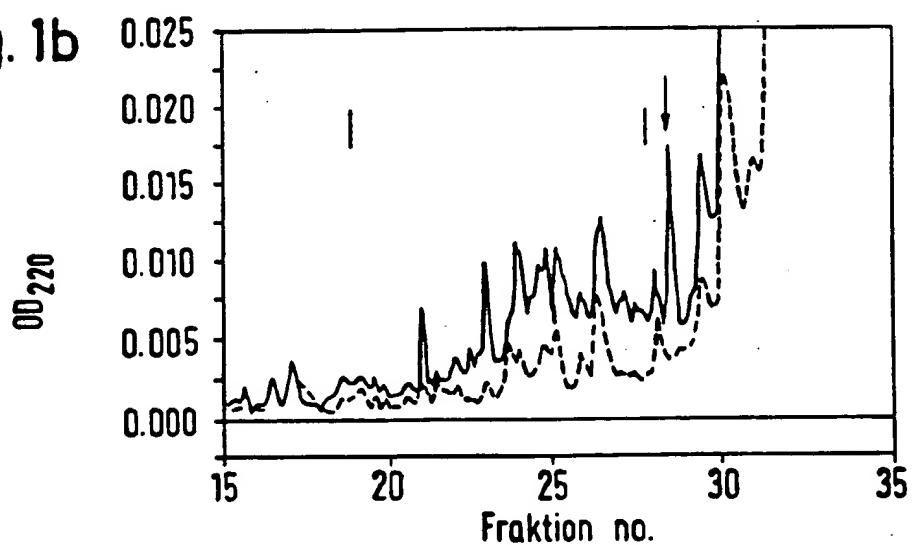
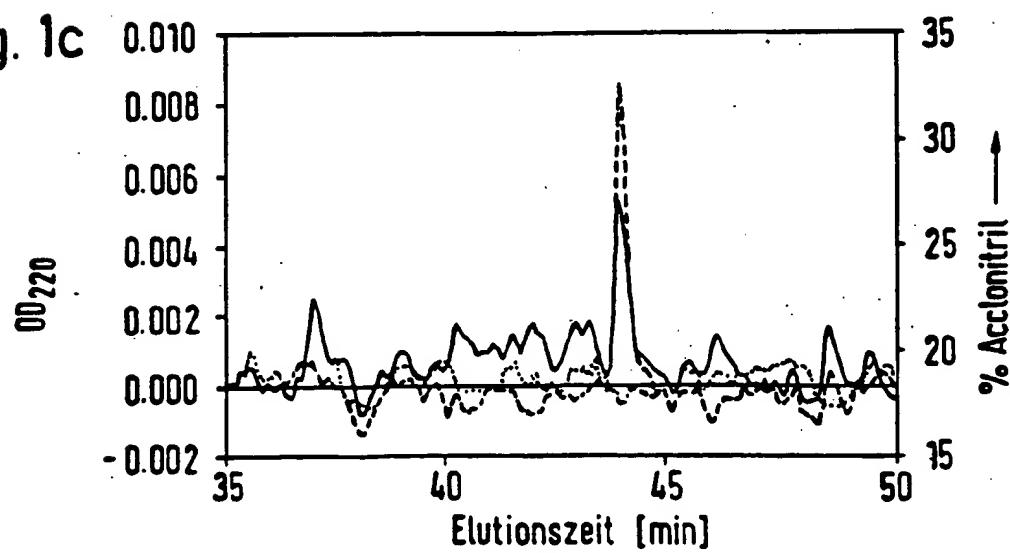
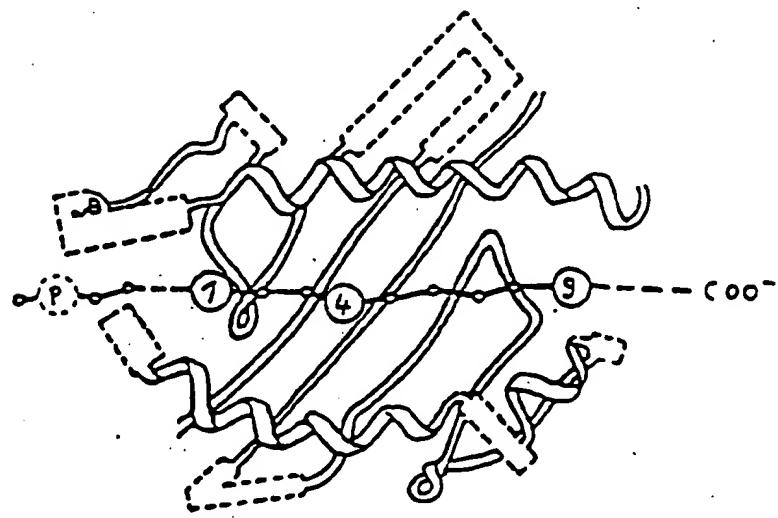
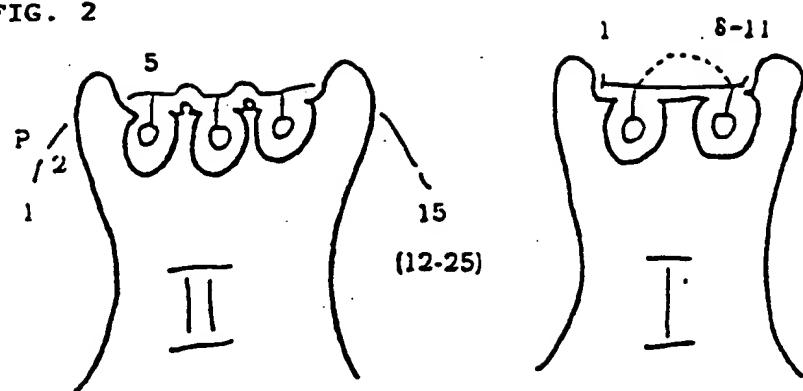


Fig. 1c



2/2

FIG. 2



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No

PCT/EP 93/03175

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 5 G01N33/68 G01N33/564 C07K7/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 IPC 5 G01N C07K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>PEPTIDES: CHEMISTRY AND BIOLOGY. PROCEEDINGS OF THE 12TH. AMERICAN PEPTIDE SYMPOSIUM. 21 June 1991, CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS, USA pages 832 - 834 OLAF RÖTZSCHKE ET AL. 'Sequence motifs of peptides eluted from MHC molecules are allele specific' see the whole document</p> <p>-----</p> <p>-/-</p>	1-14

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- 'A' document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- 'E' earlier document but published on or after the international filing date
- 'L' document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- 'O' document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- 'P' document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- 'T' later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- 'X' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- 'Y' document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- 'A' document member of the same patent family

2

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

22 February 1994

16.03.94

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel: (+ 31-70) 340-2040, Tx 31 651 epo nl.
 Fax: (+ 31-70) 340-3016

Authorized officer

Doepfer, K-P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No.
PCT/EP 93/03175

C(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	<p>NATURE. vol. 351, no. 6324, 23 May 1991, LONDON GB pages 290 - 296 KIRSTEN FALK, OLAF RÖTZSCHKE ET AL. 'Allele-specific motifs revealed by sequencing of self-peptides eluted from MHC molecules' see the whole document ---</p>	1-14
P,X	<p>WO,A,92 21033 (MAX-PLANCK-GESELLSCHAFT ZUR FÖRDERUNG DER WISSENSCHAFTEN E.V.) 26 November 1992 see the whole document ---</p>	1-14
X	<p>EUROPEAN JOURNAL OF IMMUNOLOGY vol. 21, no. 11, November 1991, WEINHEIM, DE pages 2891 - 2894 OLAF RÖTZSCHKE ET AL. 'Exact prediction of natural T cell epitope' see the whole document ---</p>	1-14
X	<p>JOURNAL OF EXPERIMENTAL MEDICINE vol. 175, June 1992, NEW YORK, NY, USA pages 1799 - 1803 HARALD KROPSHOFER ET AL. 'Self -Peptide Released from Class II HLA-DR1 Exhibits a Hydrophobic Two-Residue Contact Motif' see the whole document ---</p>	1-14
A	<p>JOURNAL OF EXPERIMENTAL MEDICINE vol. 174, August 1991, NEW YORK, NY, USA pages 425 - 436 KIRSTEN FALK, OLAF RÖTZSCHKE ET AL. 'Identification of Naturally Processed Viral Nonapeptides Allows Their Quantification in Infected Cells and Suggests an Allele-specific T Cell Epitope Forecast' see the whole document ---</p>	1-5
A	<p>WO,A,88 05784 (THE BOARD OF TRUSTEES OF THE LELAND STANFORD JUNIOR UNIVERSITY) 11 August 1988 see page 13, line 22 - page 21, line 2 ---</p>	1-14
		-/-

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inte	ntl Application No
PCT/EP 93/03175	

C(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>JOURNAL OF EXPERIMENTAL MEDICINE vol. 175 , April 1992 , NEW YORK, NY, USA pages 961 - 971 R. PAUL JOHNSON ET AL. 'Identification of Overlapping HLA Class I-restricted Cytotoxic T Cell Epitopes in a Conserved Region of the Human Immunodeficiency Virus Type 1 Envelope Glycoprotein: Definition of Minimum Epitopes and Analysis of the Effects of Sequence Variation' see abstract</p> <p>-----</p> <p>JOURNAL OF EXPERIMENTAL MEDICINE vol. 175 , March 1992 , NEW YORK, NY, US pages 809 - 820 SARAH E. BUXTON ET AL. 'Anchoring Pockets in Human Histocompatibility Complex Leukocyte Antigen (HLA) Class I Molecules: Analysis of the Conserved B ("45") Pocket of HLA-B27' see abstract</p> <p>-----</p>	1-14
A		1-5

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

Int'l Application No
PCT/EP 93/03175

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO-A-9221033	26-11-92	DE-A-	4116256	19-11-92
		AU-A-	1694392	30-12-92
-----	-----	-----	-----	-----
WO-A-8805784	11-08-88	AU-B-	619458	30-01-92
		AU-A-	1342388	24-08-88
		EP-A-	0365525	02-05-90
-----	-----	-----	-----	-----